

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
DANIELA CRISTINA DOS SANTOS CARNEIRO

NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDO POR COLHEDORA AUTOPROPELIDA DE CAFÉ EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DE TRABALHO

Monte Carmelo

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
DANIELA CRISTINA DOS SANTOS CARNEIRO

NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDO POR COLHEDORA AUTOPROPELIDA DE CAFÉ EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DE TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador (a): Prof^ª. Dra. Paula Cristina Natalino Rinaldi

Monte Carmelo

2018

DANIELA CRISTINA DOS SANTOS CARNEIRO

NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDO POR COLHEDORA AUTOPROPELIDA DE CAFÉ EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DE TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 30 de novembro de 2018.

Banca Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Paula Cristina Natalino Rinaldi

Orientadora

Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga

Membro da Banca

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Membro da Banca

Monte Carmelo

2018

RESUMO

A tecnologia e a ergonomia presentes nas máquinas de colheita do café têm melhorado as condições de trabalho do operador, diminuindo o esforço manual e assim aumentando a produtividade da lavoura. Porém, mesmo com o avanço tecnológico, os trabalhadores devem manusear de forma correta as máquinas para que minimizem os riscos de acidentes. A exposição ao elevado nível de ruído proporciona maior fadiga, diminuição da atenção na operação, podendo ser o causador do acidente. Diante do exposto, objetivou-se quantificar os níveis de ruído emitido por uma colhedora autopropelida de café em diferentes velocidades de trabalho e rotações do cilindro derriçador. O experimento foi realizado em uma propriedade da Microrregião de Monte Carmelo, Minas Gerais. Para a medição dos níveis de ruído utilizou-se um medidor de pressão sonora, decibelímetro portátil. Os dados foram coletados em duas situações, em relação ao ponto de referência do assento e em torno do operador no posto de operação. Durante a medição, em relação ao ponto de referência do assento, o operador manteve-se na sua posição de trabalho e a colhedora autopropelida deslocou-se nas velocidades de 1500, 1.700, 1.900, 2.100 e 2.200 m h⁻¹, com rotações do cilindro derriçador de 800, 900 e 1000 rpm. Para obter o ruído em torno do operador no posto de operação da colhedora, a partir da distância zero até uma distância de 20 centímetros, mediu-se o nível de ruído na posição lateral esquerda, direita, frontal e traseira em todas as velocidades e rotações estabelecidas anteriormente. Foram observados maiores ruídos na posição esquerda e quanto maior a velocidade de trabalho maior o ruído encontrado. Na rotação de 800 rpm, com o incremento da velocidade aumentou-se o ruído, já nas rotações de 900 e 1.000 rpm, a velocidade não interferiu no nível de ruído. Através desses resultados, vê-se que é necessário o uso de protetores auriculares, pois se excedeu a quantidade permitida pelo tanto de horas trabalhada, podendo assim, causar sérios problemas a saúde do operador.

Palavras-chave: ergonomia, posto de operação, ponto de referência do assento, acidentes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 Geral.....	5
2.2 Específicos	6
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1 Posição	14
5.2 Ponto de referência de assento (PRA).....	18
6 CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

A população mundial está em constante crescimento, com isso a demanda por alimentos também aumenta e a atividade agrícola, principalmente as pequenas propriedades, são as responsáveis pela enorme produção de alimentos.

O cafeeiro é uma das principais culturas cultivadas na região do Alto Paranaíba, proporcionando empregos e gerando renda para a cidade de Monte Carmelo. Para isso, o uso da mecanização agrícola é de extrema importância na agricultura, pois tem proporcionado mais praticidade desde o preparo do solo até a colheita, melhorando assim a qualidade do grão colhido.

A tecnologia empregada nas máquinas para colheita tem melhorado as condições de trabalho, diminuindo o esforço manual e assim aumentando a produtividade. Porém, os trabalhadores devem manusear de forma correta para que não haja acidentes físicos e nem problemas de saúde, pois estão expostos aos mais variados riscos no ambiente de trabalho.

O nível de ruído produzido pela máquina, quando em excesso, pode causar sérios problemas de audição, causar estresse no operador da máquina, atrapalhar no desenvolvimento do trabalho, podendo causar sérios acidentes e comprometer a saúde e a segurança do operador. Por isso, é de extrema importância, o uso de protetores auriculares, que amenizam esses riscos, porém nem todos os operadores trabalham com esse equipamento de proteção.

Portanto, a ergonomia deve estar presente em todas as etapas de um trabalho, garantindo o conforto e a segurança do trabalhador, onde o nível de ruído emitido pela máquina deve estar na faixa permitida, o que varia de acordo com as horas trabalhadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Quantificar os níveis de ruído emitidos por uma colhedora autopropelida de café em diferentes velocidades de trabalho e rotações do cilindro derriçador.

2.2 Específicos

- Determinar os níveis de ruído em relação ao ponto de referência do assento e em torno do operador, no posto de operação;
- Identificar a velocidade ideal de trabalho da colhedora e rotação do cilindro derriçador que expõe o operador ao maior/menor valor de ruído;
- Verificar a necessidade do uso de protetores auriculares nas operações da propriedade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, seguido de Vietnã, Colômbia e Indonésia, quanto à produtividade (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2016). Segundo uma estimativa feita pela Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2018), o país deverá colher esse ano, 59,9 milhões de sacas de café beneficiado (espécies Arábica e Conilon), apresentando um crescimento de 33,2%. O estado de Minas Gerais é o maior produtor de café brasileiro, para o ano de 2018 espera-se uma produção de 31,8 milhões de sacas.

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - Anfavea (2018), de janeiro a agosto de 2018, da produção total de tratores e colhedoras; 86,07% são de tratores de pneus; 12,78% colhedoras e 1,15% tratores de esteira. Nesse mesmo período, São Paulo foi o estado que mais se destacou na comercialização de tratores de pneus, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul, e os principais estados que mais comercializaram colhedoras foi o Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso.

Para Ferreira Júnior (2014) a utilização da mecanização na agricultura é o caminho para o agricultor se manter na atividade e atender à demanda, como é o caso do processo de colheita do café (*Coffea arabica* L.), processo oneroso que demanda elevado custo com mão de obra, a qual está cada vez mais escassa.

Os agricultores de base familiar, na medida que têm recursos disponibilizados através de linhas de crédito governamentais compatíveis com suas economias, são despertados para a

possibilidade de tecnificar suas propriedades, principalmente pela aquisição de tratores e máquinas agrícolas (ANDERSSON et al., 2015).

O uso de máquinas para colheita é imprescindível para o aumento da produção na cultura cafeeira. Sales (2011) esclarece que a colheita do café é uma operação complexa, apresentando várias etapas, o que corresponde a 30% do custo de produção e 40% da mão de obra empregada.

Na colheita semimecanizada do café é comum a formação de equipes responsáveis pela operação de derriça, recolhimento e abanação do café derriçado sobre os panos estendidos embaixo da saia do cafeeiro. Dessa maneira, todos esses trabalhadores podem sofrer danos causados pela exposição ao ruído gerado pelas máquinas e equipamentos (FERRAZ et al., 2013).

Lanna e Reis (2012) citam os menores custos da colheita mecanizada e os melhores resultados dos indicadores econômico-financeiros quando se compara a colheita mecanizada com a colheita manual do café no sul do estado de Minas Gerais.

A colheita mecanizada do café de primeira safra promove menores danos às plantas que a colheita manual (SANTINATO et al., 2015) e melhores condições de ergonomia para os trabalhadores. Porém, a análise ergonômica do posto de operação das máquinas agrícolas contribuirá para a melhor proteção e conforto do operador (NIETIEDT et al., 2012).

Muita importância tem se dado a vestimenta e equipamentos de proteção para o trabalhador rural visando sua proteção contra os agrotóxicos, mas pouco se tem sobre sua proteção contra os ruídos em que estão expostos, mesmo sabendo-se que este pode causar danos irreversíveis à audição dos trabalhadores. Esse fato pode ser associado à falta de conhecimento das normas e dos danos causados aos operadores (OLIVEIRA JÚNIOR; ALVES; CUNHA, 2011).

Muitos são os fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes no meio rural. Nesse sentido, um dos fatores que merece destaque é a falta de exigência por parte dos usuários na inserção de requisitos de segurança nas máquinas agrícolas utilizadas no Brasil, pois nem sempre quem as adquire é quem as opera (RINALDI et al., 2008).

A grande evolução dos tratores nos últimos anos não foi capaz de reduzir o ruído a níveis passíveis de trabalho sem protetor auricular nos tratores não-cabinados, o que demonstra a necessidade do aprofundamento dos estudos de acústica nesta área e a importância das cabines climatizadas (CUNHA; DUARTE; SOUZA, 2012).

De acordo com Bastos Sobrinho (2011) existem três tipos de ruídos, sendo esses: contínuo, intermitente e impulsivo. O ruído contínuo é aquele que se caracteriza por ser ininterrupto e sua mensuração realizada com medidor de nível sonoro; o ruído intermitente é caracterizado quando o ruído opera em ciclo, o nível de som pode aumentar e diminuir rapidamente, o ciclo de tempo em que o ruído aumenta pode ser medido da mesma forma que o ruído contínuo, no entanto, deverá ser apontado o período da propagação deste ruído e a apuração de um número de eventos deverá ser feita para determinar uma média; o ruído causado por curtas ondas sonoras é chamado de ruído impulsivo e é um tipo de ruído que pode provocar grandes danos, devendo diferenciar a resposta “slow” e “fast” do medidor de nível sonoro, assim como deverão ser apontados a média de repetições dos impulsos.

Segundo a Norma Regulamentadora, NR-15 (MTE, 1990), no seu anexo nº 01 (“Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente”), 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”, circuito de resposta lenta e posicionados em relação ao ponto de referência do assento (PRA) para efetuar as leituras, de acordo com a NBR ISO 5131 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2017).

A NR-15 fixa tempos máximos de exposição do trabalhador a diferentes níveis de ruídos para que não haja perda auditiva devido à exposição repetitiva. Os limites de tolerância para humanos relacionados à exposição a picos de ruídos de impacto e intensidade são de 85 dB durante 8 h, de 86 dB a 90 dB entre 7 a 4 h, de 91 dB a 100 dB durante 03h30min a 1 h e de 102 dB a 115 dB durante 45 min a 7 min.

Ainda segundo Kwitko (2003), a Osha informa que há uma previsão de que ocorra diminuição de 7 dBs nos Níveis de Redução de Ruído (NRRs) sempre que os cálculos considerarem a exposição em dBs quando medidos na escala “A” do decibelímetro. Já o Niosh estabelece correções de 75% para PA do tipo concha, 50% para PA do tipo plug moldável e 30% para PA do tipo plug pré-moldado.

O ruído gera impactos à saúde humana, e tendo em vista a exposição que trabalhadores rurais sofrem frequentemente, medidas de segurança e normas regulamentadoras são fundamentais. A maior fonte de ruído existente aos trabalhadores rurais são as máquinas agrícolas, onde o nível de ruído contínuo e intermitente é alto em relação ao seu tempo de exposição. Mesmo com a tecnologia disponível no campo, esses ruídos têm sido controlados de forma pouco eficaz (NUNES et al., 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade da Microrregião de Monte Carmelo, Minas Gerais, entre as coordenadas 18° 43' 29" S de Latitude e 47° 29' 55" W de Longitude, em uma lavoura de cafeeiro Mundo Novo, de aproximadamente dezoito anos e espaçamento 0,6 m x 4 m.

Os dados foram coletados na colhedora de café, marca Jacto, modelo K3 Millennium, ano de fabricação 2016, com 1.600 horas de trabalho. A coleta de dados não teve caráter punitivo para a propriedade e agricultor que participaram da pesquisa.

Para a medição dos níveis de ruído utilizou-se um medidor de pressão sonora, decibelímetro portátil, marca Minipa, modelo MSL-1355B. O equipamento está em conformidade com a norma IEC PUB 651, Classe 2 para decibelímetros. Suas principais características são: sistema de aquisição de dados para registro e análise dos dados coletados, display de cristal líquido (LCD) com 3 1/2 dígitos, microfone com esponja protetora, precisão de leituras de $\pm 1,5$ dB, níveis de escala de 30 a 130 dB, ponderação de frequência A/C, ponderação de tempo rápida e lenta e memória para armazenar 4.700 leituras.

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 sua influência e uniformiza as condições de leitura.

O ensaio foi realizado em condições dinâmicas com a colhedora no talhão realizando a colheita dos frutos do café. Os níveis de ruído foram obtidos em duas situações, em relação ao ponto de referência do assento (PRA) e ao entorno do operador, no posto de operação da colhedora.

Em relação ao PRA, o microfone do decibelímetro foi posicionado com o diafragma voltado para frente em seu centro localizado a 790 (+50, -100) mm acima e 150 (± 20) mm à frente em relação ao PRA, de acordo com a norma NBR 5331 (ABNT, 2007) (Figura 1).

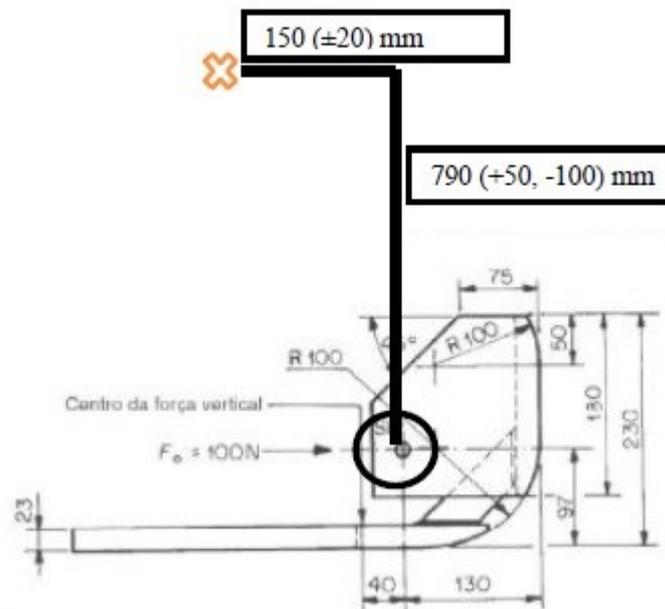


Figura 1. Localização do microfone do decibelímetro em relação ao ponto de referência do assento.

O operador manteve-se na sua posição de trabalho e a colhedora trabalhou nas velocidades de 1.500, 1.700, 1.900, 2.100 e 2.200 $m h^{-1}$ e com rotações do cilindro derriçador de 800, 900 e 1.000 rpm. Foram realizadas cinco repetições a cada cinco segundos, depois de esperar um minuto para a colhedora estabilizar-se na rotação e velocidade pretendida.

Para a coleta de dados referente à primeira etapa foi construído um dispositivo (Figura 2) para a determinação do PRA, conforme NBR 5353 (ABNT, 1999).

Para a medição do ruído ao redor do operador foi utilizado o decibelímetro de acordo com as distâncias estabelecidas (Figura 3).

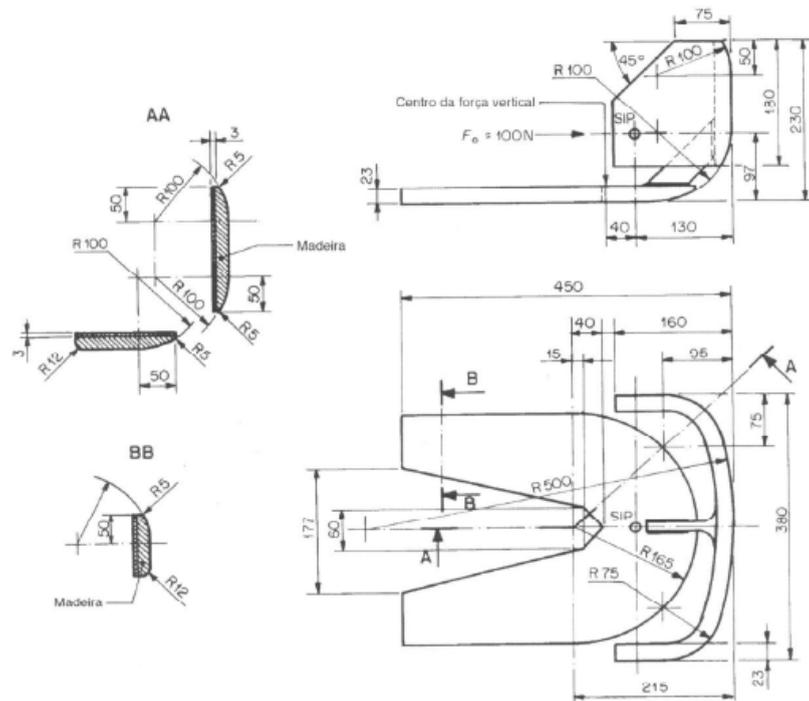


Figura 2. Dimensões para a construção do dispositivo (ABNT NBR ISO 5131, 2017).

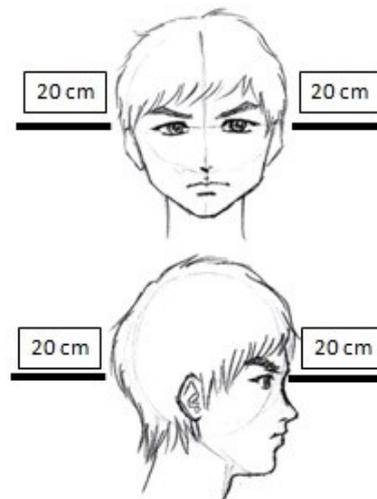


Figura 3. Posicionamento do decibelímetro, ao redor do operador.

Antes da confecção do dispositivo foram feitos moldes das peças com medidas normatizadas pela NBR 5353 (Figura 4).



Figura 4. Molde e cortes para a construção do dispositivo.

O dispositivo possui as seguintes características: massa de $6 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg}$ (Figura 5); superfícies de contato de madeira de lei, lixadas com lixa grana 200 ou mais fina equivalente e polidas ou de material equivalente com o mesmo desempenho para prover fricção mínima como o tecido de musselina que foi sobreposto no dispositivo durante a coleta.



Figura 5. Ponto de referência do assento construído.

Antes de iniciar a coleta de dados, o assento foi colocado na posição central em todas as regulagens longitudinais e verticais. Quando a posição central não foi possível, foi utilizada a regulagem mais próxima a esta, deslocando o dispositivo de medição do PRA para cima e para trás do centro.

O sistema de suspensão foi travado de acordo com a instrução do fabricante. Quando a instrução não foi disponível, o sistema de suspensão travou-se no ponto médio da sua faixa de oscilação. A suspensão não regulável foi tratada na posição vertical que corresponde ao peso do dispositivo de medição no lugar.

Antes de iniciar o procedimento de medição, o assento atingiu uma temperatura ambiente de $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ em uma superfície plana; uma pessoa de $75 \text{ kg} \pm 10 \text{ kg}$ sentou-se no assento duas vezes com intervalos de 1 min para flexionar as almofadas do assento e do encosto, permitindo que o assento permaneça sem carga por um período mínimo de 5 min antes de iniciar o procedimento de medição.

O assento foi coberto com uma camada única de tecido de musselina de tamanho suficiente para evitar o contato direto e minimizar a fricção entre as superfícies acolchoadas do assento e o dispositivo de medição.

Durante a colocação do dispositivo, este foi colocado, sem massas adicionais, centralizado na almofada do assento empurrando contra a almofada do encosto. Assim, o dispositivo foi controlado lateralmente e nivelado no assento.

A segunda etapa do experimento foi realizada para obter o ruído em torno do operador no seu posto de operação, pela norma NBR 9999 (1987), cancelada e sem substituta para efeito de comparação com a norma vigente que determina o ruído em relação ao PRA. Para isso, o diafragma do microfone foi posicionado para frente, a partir de vinte centímetros em relação ao centro entre os olhos do operador; traseira, a partir de vinte centímetros em relação à nuca do operador; laterais esquerda e direita, a partir da distância zero (ouvido do operador) até a uma distância de vinte centímetros, sendo coletados em intervalo de 5 centímetros em todas as velocidades de trabalho e rotações do cilindro derriçador estabelecidas anteriormente, com cinco repetições.

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 dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Quando detectada diferenças significativas para o fator posição, em relação ao operador, por ser qualitativo, foi comparado pelo teste de média, Tukey a 5% de probabilidade; os fatores velocidade de trabalho e rotação por serem quantitativos foi empregada análise de regressão. Foi utilizado o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nível de ruído foi determinado em duas situações distintas, uma em relação à posição, em torno do operador, e em relação ao ponto de referencia do assento (PRA).

5.1 Posição

Na Tabela 1, é apresentado a análise de variância para os fatores rotação (R), posição (P) e a interação velocidade e rotação (V) x (R).

De acordo com a Tabela 1, as variáveis, rotação (R), posição (P) e a interação velocidade (V) x rotação (R), foram significativos a 5% de probabilidade.

A variável rotação (R), não foi analisada separadamente, pois sua interação (V x R) também foi significativa. Dessa forma, por serem variáveis quantitativas, procedeu-se a regressão e ajuste do melhor modelo.

Tabela 1. Análise de variância da variável ruído em função da velocidade de deslocamento e rotação do cilindro em diferentes posições em torno do operador

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Velocidade (V)	4	1,870	0,467	0,979	0,419 ^{ns}
Rotação (R)	2	107,799	53,899	112,822	0,000*
Posição (P)	3	8,142	2,714	5,681	0,001*
V x R	8	8,981	1,122	2,350	0,019*
V x P	12	3,171	0,264	0,553	0,877 ^{ns}
R x P	6	1,181	0,196	0,412	0,870 ^{ns}
V x R x P	24	11,236	0,468	0,980	0,493 ^{ns}
Bloco	4	1,128	0,282	0,980	0,669 ^{ns}
Erro	236	112,747	0,477		
CV. (%) =		81%			

ns= Não significativo, *= Significativo a 5% de probabilidade.

Para a variável posição, fez-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Nível de ruído em diferentes posições ao redor do operador

Posição	Ruído (dB)
Esquerda	86,0 a
Frontal	85,7 ab
Traseira	85,6 b
Direita	85,5 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior ruído encontrado foi na posição esquerda, e menor na posição direita e traseira. A posição traseira e direita não diferiram entre si.

Uma justificativa para o maior ruído na posição esquerda seria devido o escapamento e o elevador transportador de descarga dos frutos colhidos serem desse lado da máquina, aumentando assim o ruído.

Na posição frontal, o fato das janelas da máquina estarem abertas, devido ao ar condicionado não estar funcionando, acarretou no maior ruído nessa posição. Já nas outras posições (direita e traseira), o nível de ruído foi menor na posição traseira e direita, devido a maior distância da janela e do elevador transportador de descarga e do escapamento, respectivamente.

Alves et al. (2011) ao estudarem a interação posição x raio de afastamento do trator de potência nominal no motor de 55,2 kW (75 cv), observaram que o lado em que se encontra o escapamento, que é uma das grandes fontes de ruído, apresentou os maiores níveis de ruído, no caso a posição esquerda, e que para todas as distâncias a posição posterior emitiu os menores níveis de ruído.

Para todas as médias coletadas, seria necessário uso do protetor auricular, pois de acordo com a NR-15 para a uma jornada diária de 8 horas, o nível de ruído permitido é de 85 (dB). Contudo, observou-se que os valores de ruído em todas as posições estão próximos a esse limite, necessitando assim, de equipamento de proteção.

Foi observado que o operador da colhedora também não utilizava equipamentos de segurança, como protetores auriculares, que amenizam o nível de ruído produzido pela colhedora, além disso, evitam sérios danos causados ao operador.

Estudos feitos por Magalhães, Cortez e Naga-Hama (2012), em tratores agrícolas, em relação à posição do trator, o maior valor de ruído foi verificado na parte esquerda do trator e a menor na parte traseira, sendo a direita e esquerda intermediárias, utilizando o decibelímetro com e sem protetor de vento. O lado esquerdo do trator possui o escapamento, que é uma fonte importante de ruído, comprovado pelo estudo. Alves et al. (2011) também verificaram menores valores de ruído na posição traseira do trator e maior na frente e direita.

Na Figura 5 é apresentado os níveis de ruído coletados nas diferentes velocidades de trabalho para a rotação de 800 rpm, pois analisando o desdobramento, verificou-se que apenas para a rotação de 800 rpm o modelo se ajustou, pois foi significativo a 5% de probabilidade. Para as rotações de 900 e 1.000 rpm, os modelos linear, quadrático e cúbico não se ajustaram, sendo assim, fez-se teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 3).

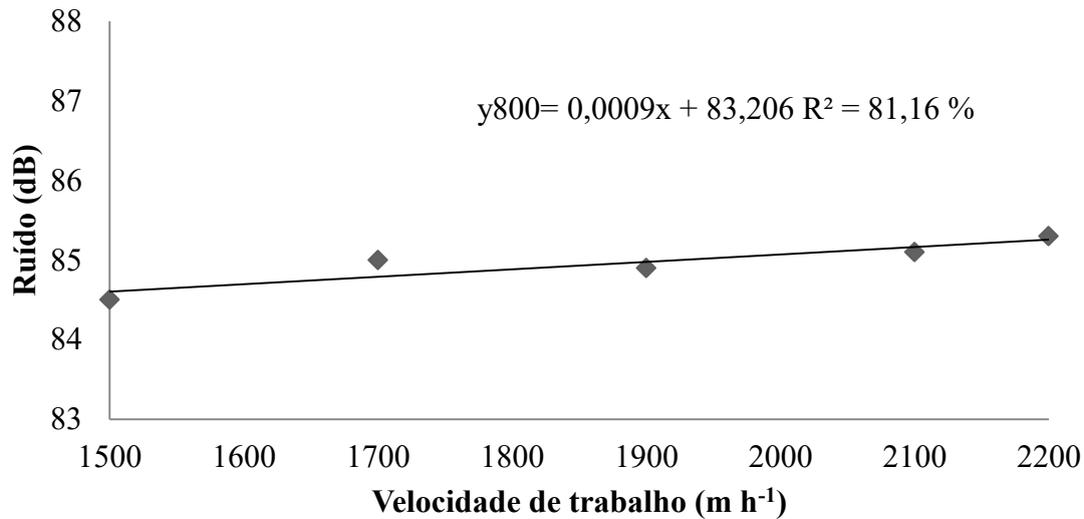


Figura 5. Níveis de ruído coletados nas diferentes velocidades de trabalho na rotação 800 rpm.

Percebe-se, que quanto maior a velocidade maior será o ruído coletado. Uma explicação para esse fato seria devido ao aumento de vibrações no assento do operador e o contato da planta com o cilindro derriçador. Corroborando, Tosin, Lanças e Araújo (2009) concluíram que o nível de ruído gerado pelo trator não foi influenciado pelo tipo de solo, pressão de inflação dos pneus agrícolas e velocidade de trabalho.

Para as rotações de 900 e 1.000 rpm procedeu-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

As rotações de 900 e 1.000 rpm não influenciaram no nível de ruído emitido, ao contrário da rotação de 800 rpm, em que a velocidade influenciou a emissão do ruído, sendo a maior velocidade a que apresentou o maior ruído (Tabela 3).

Já nas velocidades estabelecidas o ruído foi maior na rotação de 1000 rpm, comparada com a de 900 rpm, independente da velocidade de trabalho (Tabela 3).

Tabela 3. Médias do ruído emitido pela interação velocidade de trabalho e rotação do cilindro derriçador.

Velocidade (m h ⁻¹)	Rotação (rpm)	
	900	1.000
1.500	85,8 a B	86,6 a A
1.700	85,7 a A	86,2 a A
1.900	85,7 a B	86,5 a A
2.100	85,7 a B	86,5 a A
2.200	85,6 a B	86,5 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Uma justificativa para a influência da rotação seria o contato planta-cilindro derriçador, pois quanto maior a velocidade maior o tempo de ação da colhedora na planta, desta forma, possivelmente aumentando o ruído.

Estudos feitos por Alves et al. (2011) verificaram que de maneira geral as maiores velocidades de trabalho proporcionaram os maiores níveis de ruído. Arcoverde et al. (2011) em estudos de tratores agrícolas, verificou que as menores e maiores velocidades de trabalho do trator em solo preparado originaram maiores valores de ruído quando analisado separadamente de outros fatores, analisando que o tipo de solo, influencia no nível de ruído.

Já para Silva et al. (2008) ao avaliarem o nível de ruído de um conjunto trator-recolhedora de feijão verificaram que o aumento da velocidade não afetou os valores de ruído emitidos.

Diversos trabalhos apontam o aumento da velocidade de trabalho com o incremento do ruído, mas se tratando de colhedora de café deve-se analisar a interação velocidade de deslocamento e rotação do cilindro derriçador, que sinalizam valores menores de 0,5 e maiores que 1,0 como desregulagem da máquina e maiores potenciais de valores de ruído, conforme Dias e Voltolini (2014).

Na Tabela 4 são apresentados os valores da relação entre rotação do cilindro derriçador e velocidade de deslocamento da colhedora.

Tabela 4. Relação rotação cilindro derriçador e velocidade de deslocamento da colhedora

Rotação (rpm)	Velocidade (m h⁻¹)	Relação rotação/velocidade
800	1.500	0,53
800	1.700	0,47
800	1.900	0,42
800	2.100	0,38
800	2.200	0,36
900	1.500	0,60
900	1.700	0,52
900	1.900	0,47
900	2.100	0,43
900	2.200	0,41
1.000	1.500	0,67
1.000	1.700	0,59
1.000	1.900	0,53
1.000	2.100	0,48
1.000	2.200	0,45

Pode-se observar que na rotação de 800 rpm, os valores que indicam desregulagem, relação rotação do cilindro derriçador e velocidade de trabalho da colhedora foram para as velocidades de trabalho de 1700; 1900; 2100 e 2200 m h⁻¹. Para a rotação de 900 rpm, as velocidades foram 1900; 2100 e 2200 m h⁻¹. Na rotação de 1000 rpm, as velocidades que obtiveram menores valores foram 2100 e 2200 m h⁻¹. Diante do exposto, acredita-se que a rotação do cilindro é quem mais influencia nessa relação (Tabela 4).

5.2 Ponto de referência de assento (PRA)

Para os dados obtidos para velocidade e rotação, procedeu-se o teste de Tukey para o fator rotação (Tabela 6).

A Tabela 5 apresenta a análise de variância dos níveis de ruído coletados em relação ao ponto de referência do assento (PRA), verificando-se que os fatores velocidade (V) e rotação (R), foram significativos a 5% de probabilidade, porém, a interação V x R não foi significativa.

Tabela 5. Análise de variância da variável ruído em função da velocidade de deslocamento e rotação do cilindro em relação ao PRA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Velocidade (V)	4	9,531	2,383	2,815	0,034*
Rotação (R)	2	19,988	9,994	11,806	0,000*
V x R	8	0,952	0,119	0,141	0,997 ^{ns}
Bloco	4	3,473	0,868	1,026	0,402 ^{ns}
Erro	56	47,407	0,846		
CV (%)			107 %		

ns= Não significativo, *= Significativo a 5% de probabilidade.

Ao analisar o ajuste dos modelos de regressão da velocidade observa-se que nenhum modelo (linear, quadrático e cúbico) se ajustou. Sendo assim, os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 6).

Tabela 6. Médias do ruído emitido pela velocidade de deslocamento

Velocidade (m h⁻¹)	Ruído (dB)
1.500	85,63 ab
1.700	85,58 ab
1.900	85,83 ab
2.100	85,54 b
2.200	86,51 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que na maior velocidade, 2.200 m h⁻¹, obteve um maior ruído em comparação as demais, sendo que esta não diferiu das menores velocidades (1.500; 1.700; 1.900 m h⁻¹), mas diferiu da velocidade próxima de 2.100 rpm (Tabela 6).

Nas condições que o experimento foi realizado, não conseguiu colocar o cilindro derriçador em rotações superiores que as analisadas 800, 900, 1.000 rpm, mesmo a rotação se ajustando ao modelo, não pode fazer regressão, sendo assim, procedeu-se teste de média.

Observa-se na Tabela 7 que nas maiores rotações obteve um maior ruído, provavelmente devido ao maior contato do cilindro derriçador com a planta, (Tabela 4).

Tabela 7. Médias do ruído emitido pela rotação do cilindro derriçador

Rotação (rpm)	Ruído (dB)
800	85,18 b
900	85,84 a
1000	86,44 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

O lado que expõe o operador ao maior ruído é o esquerdo, cuja causa é a saída do escapamento da máquina e o elevador de descarga de frutos.

Quanto maior a velocidade, maior o nível de ruído, conseqüentemente, causando um maior dano à saúde do operador, caso não se faça uso de protetor auricular.

É necessário o uso de protetores auriculares em ambas as situações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 5131**: Tratores agrícolas e florestais - medição de ruído na posição do operador – método de avaliação. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 1999**: Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro, 1987.

ALVES, A. D. S. et al. 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.

ARCOVERDE, S. N. S. et al. Nível de potência sonora emitido nas operações agrícolas. **Revista Nucleus**, v. 8, n. 1, p. 277-287, 2011.

ANFAVEA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Estatísticas, dados relativos a 2018**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html>>. Acesso em: 20 set. 2018.

ANDERSSON, N. L. M. et al. Índices de depreciação, ergonomia, segurança, nível de ruído e manutenção como parâmetros de avaliação em tratores agrícolas de quatro rodas. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 114, n. 1, p. 95-100, 2015.

BASTOS SOBRINHO, A. A. **Técnico segurança do trabalho e TI, tipos de ruído**. 2011. Disponível em: <<http://tstetecnologias.blogspot.com.br/2011/12/tipos-de-ruidofontes-de-ruido.html>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira 2018**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safra/cafes>>. Acesso em: 20 set. 2018.

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

DIAS, R. E. B. A.; VOLTOLINI, G. B. **Colhedora lucros**: como regular a colhedora. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/colhendo-lucros-como-regular-a-colhedora-89582n.aspx>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Embrapa Café. **Vietnã e Indonésia produzem 25% do café no mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17340728/vietna-e-indonesia-produzem-25-do-caffe-no-mundo>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

FERRAZ, G. A. S. et al. Variabilidade espacial do ruído gerado por uma derrçadora portátil em lavoura cafeeira. **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p. 276-283, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA JÚNIOR, L. de G. **Análise de vibração das hastes de uma colhedora de café**. 2014. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

KWITKO, A. **EPIs auditivos: A falácia dos NRRs. segurança e trabalho**, Salvador, p. 1-8, 2003. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/810/81000307.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2018.

LANNA, G. B. M.; REIS, R. P. Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 7, n. 2, p. 110-121, 2012.

MAGALHÃES, A. T; CORTEZ, J. W; NAGA-HAMA, H. J. Níveis de ruído de um trator agrícola em função da rotação, da distancia, da velocidade e da condição do solo obtido por meio de decibelímetro com e sem proteção de vento. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 4, p. 27-44, 2012.

NIETIEDT, G. H. et al. Distribuição dos comandos de operação em tratores agrícolas nacionais com até 55kW de potência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 6, p. 690-695, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000600015>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

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: 8 nov. 2018.

NUNES, M. D. et al. Impactos de ruídos de maquinários agrícolas na saúde humana. In: SEMANA ACADÊMICA DE AGRONOMIA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG, 10., 2016, Cascavel. **Anais da X SEAGRO**. Cascavel, PR: FAG, 2016. p. 5-7.

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**, v. 7, n. 12, p. 1, 2011.

RINALDI, P. C. N. et al. Características de segurança e níveis de ruído em tratores agrícolas. **Engenharia na Agricultura**, v. 16, n. 2, p. 215-224, 2008.

SALES, R. S. **Avaliação da regulagem do freio dos vibradores de colhedora na eficiência de derriça do café**. 2011. 52 f. Dissertação (Mestrado em xxxx) – Curso de Pós-Graduação em xxx, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SANTINATO, F. et al. Colheita mecanizada do café em lavouras de primeira safra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1215–1219, 2015.

SILVA, R. P. et al. Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora de feijão. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1286-1291, 2008.

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