



PAULA DE ALMEIDA RIOS

**RUÍDO OCUPACIONAL EM AMBIENTE DE PÓS-COLHEITA
DO CAFÉ**

**LAVRAS – MG
2023**

PAULA DE ALMEIDA RIOS

RUÍDO OCUPACIONAL EM AMBIENTE DE PÓS-COLHEITA DO CAFÉ

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Processamento de Produtos Agrícolas, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

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

Rios, Paula de Almeida.

Ruído Ocupacional em Ambiente de Pós-Colheita do Café /
Paula de Almeida Rios. - 2023.

86 p. : il.

Orientador(a): Ednilton Tavares de Andrade.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2023.
Bibliografia.

1. Mapas de Ruído. 2. Processamento de grãos. 3. Segurança do
Trabalho. I. Andrade, Ednilton Tavares de. II. Título.

PAULA DE ALMEIDA RIOS


RUÍDO OCUPACIONAL EM AMBIENTE DE PÓS-COLHEITA DO CAFÉ

OCCUPATIONAL NOISE IN COFFEE POST HARVEST ENVIRONMENT

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Processamento de Produtos Agrícolas, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 23 de junho de 2023.

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade	UFLA
Prof. ^a Dra. Luana Elis de Ramos e Paula	UFLA
Prof. Dr. Raphael Nogueira Rezende	IFSULDEMINAS
Prof. Dr. Giovanni Francisco Rabelo	UFLA
Prof. Dr. Matheus Campos Mattioli	UFLA

Documento assinado digitalmente
 EDNILTON TAVARES DE ANDRADE
Data: 28/07/2023 08:30:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

*Às minhas sobrinhas afilhadas, Alice e Vitória
Para que se guiem pelo poder do conhecimento e estudos.
A elas, desejo que venha um futuro cheio de possibilidades no despertar de seus dons.*

Dedico!

Agradecimentos

A Deus, pela saúde, coragem, persistência e amor aos estudos.

Aos meus pais, Artur (em memória) e Sílvia, ao meu irmão Artur e cunhada Larissa, pelo incentivo, apoio, esforços e amor incondicional.

Ao professor Ednilton, por tamanha disponibilidade, ensinamentos e conselhos.

Aos membros da banca de defesa, pela disponibilidade e colaboração no aperfeiçoamento do trabalho.

A todos amigos do laboratório (LPPA) e PósCafé, pelo auxílio nos trabalhos e trocas de conhecimentos ao longo dos anos. Além dos momentos de descontração e compartilhamento.

Aos professores e técnicos administrativos em constante auxílio. Ao professor Borém, Ana Paula, Cláudia e Helen.

A todos meus familiares, sobrinhas, tios, primos, representados carinhosamente na figura de meus avós, que sempre me incentivaram aos estudos e aconchegaram com seu amor.

A todos os amigos que tornam a jornada leve e memorável.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade.

À CAPES, pela disponibilidade de bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Às fazendas e armazém, pela disponibilidade e contribuição na coleta de dados.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

A pós-colheita é uma etapa imprescindível para o alcance da qualidade e excelência dos grãos de café, momento que o produto, vindo da lavoura, passa pelo processamento, secagem, beneficiamento, rebeneficiamento e armazenagem, de modo que chegue à torra e ao consumidor final com a melhor qualidade possível. As operações mencionadas acontecem na fazenda, com exceção do rebeneficiamento, que habitualmente ocorre em cooperativas e empresas do ramo cafeeiro. O funcionamento do conjunto de máquinas utilizadas para estas operações em ambiente fechado provoca ruído, agente de risco ocupacional prejudicial ao bem-estar, saúde e segurança dos trabalhadores, classificado como insalubre pela legislação pertinente. No entanto, apesar desta informação ser de conhecimento dos gestores, faltam informações e pesquisas científicas a respeito do comportamento do ruído e mitigações em ambientes agroindustriais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar o comportamento dos níveis de pressão sonora gerados na pós-colheita de café, a fim de constatar possíveis danos à audição dos trabalhadores envolvidos e buscar soluções para minimizar o problema. O trabalho foi realizado em duas fazendas e um armazém de grãos. Os locais foram visitados para conhecimento do *layout* e coleta de dados. Demarcações equidistantes foram feitas nos galpões onde as máquinas se encontram instaladas, coletaram-se os dados de NPS e de posicionamento geográfico de cada medição. Os valores foram agrupados em forma de tabela e submetidos à geoestatística. Utilizou-se a técnica de krigagem para desenhar os mapas de ruído. Com o auxílio dos mapas, foi analisado o comportamento dos níveis de ruído em cada ambiente de pós-colheita, identificando os equipamentos com médias mais elevadas de ruído. Em todos os ambientes foi possível compreender o comportamento do agente ocupacional físico ruído, e observar que ultrapassaram os valores de 85 dB(A) para um tempo de exposição de 8 horas, considerando-se o limite de tolerância, sendo necessária aplicação de mitigações. O ambiente de processamento de grãos demonstrou maiores discrepâncias nas médias de ruído (17 dB(A)) e a máquina de beneficiamento apresentou as maiores médias de emissões (99 dB(A)). No armazém, o ambiente de rebeneficiamento apresentou elevadas médias de ruído (95 dB(A)), devido principalmente ao uso de máquinas que fazem a separação e classificação dos grãos de café. Dentre as mitigações propostas estão medidas estruturais, como escolha de máquinas e equipamentos menos ruidosos, *layout* adequado, manutenções constantes, construção de paredes, corredores e cabines com revestimentos e isolamento acústico, além de medidas administrativas que objetivam a diminuição do tempo de exposição dos trabalhadores ao ruído. Por fim, a criação de política de treinamentos e conscientização sobre a importância da saúde e segurança dos trabalhadores em ambientes laborais rurais.

Palavras-chave: Mapas de Ruído. Processamento de grãos. Segurança do Trabalho.

ABSTRACT

The post-harvest is an essential stage for achieving the quality and excellence of coffee beans. At this time, the product, coming from the farm, undergoes processing, drying, hulling, dry mill process, and storage, so that it reaches the roasting and final consumer with the best possible quality. The aforementioned operations take place on the farm, with the exception of reprocessing, which usually takes place in cooperatives and companies in the coffee sector. The operation of the set of machines used for these operations in a closed environment causes noise, an occupational risk agent that is harmful to the well-being, health and safety of workers, classified as unhealthy by the relevant legislation. However, despite this information being known by managers, there is a lack of information and scientific research regarding noise behavior and mitigation in agro-industrial environments. In this sense, the objective of this work was to investigate the behavior of the sound pressure levels generated in the post-harvest of coffee, in order to verify possible damages to the hearing of the workers involved and to seek solutions to minimize the problem. The work was carried out on two farms and a grain warehouse. The sites were visited for knowledge of the layout and data collection. Equidistant demarcations were made in the sheds where the machines are installed, NPS and geographic positioning data were collected for each measurement. The values were grouped in the form of a table and submitted to geostatistics. The kriging technique was used to draw the noise maps. With the aid of the maps, the behavior of noise levels in each post-harvest environment was analyzed, identifying the equipment with the highest noise averages. In all environments, it was possible to understand the behavior of the physical occupational noise agent, and observe that values exceeded 85 dB(A) for an exposure time of 8 hours, considering the tolerance limit, requiring the application of mitigations. The grain processing environment showed greater discrepancies in noise averages (17 dB(A)) and the hulling machine presented the highest average emissions (99 dB(A)). In the warehouse, the reprocessing environment presented high average noise (95 dB(A)), mainly due to the use of machines that separate and classify the coffee beans. Among the proposed mitigations are structural measures, such as choosing less noisy machines and equipment, adequate layout, constant maintenance, construction of walls, corridors and cabins with coatings and acoustic insulation, in addition to administrative measures that aim to reduce the exposure time of workers to noise. Finally, the creation of a training and awareness policy on the importance of health and safety for workers in rural work environments.

Keywords: Noise Maps. Grain processing. Workplace safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processamento do café.....	15
Figura 2 - Curvas de ponderação “A, B, C e D”, 20 a 20.000 Hz.	20
Figura 3 - Partes do ouvido humano.....	21
Figura 4 - Dose Diária ou Nível de Exposição Normalizado encontrados na condição de exposição avaliada.	24
Figura 5 - Efeito do ruído no organismo humano.	25
Figura 6 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.	30
Figura 7 - Fonte, trajetória e receptor.	33
Figura 8 - Enclausuramento parcial típico.....	34
Figura 9 - Cabine Acústica.	34
Figura 10 - Mapa de ruído.	36
Figura 11 - Imagem aérea da área de pós-colheita do café da Fazenda 1 no município de Lavras-MG.....	38
Figura 12 - Imagem aérea da área de pós-colheita do café da Fazenda 2 no município de Nazareno-MG.	39
Figura 13 - Galpão de rebeneficiamento e armazenamento de café em Santo Antônio do Amparo-MG.	40
Figura 14 - Fluxograma das etapas em que os grãos de café passam desde a moega até o beneficiamento dentro da unidade de processamento de café na fazenda.....	40
Figura 15 - Fluxograma das etapas em que os grãos de café passam desde a recepção até o armazenamento dentro da unidade de rebeneficiamento e armazenamento de café.	41
Figura 16 - Posicionamento dos pontos pelo aplicativo AvenzaMaps®.....	43
Figura 17 - Escala colorimétrica representando os níveis médios de ruído nos mapas das instalações de pós-colheita do café.....	44
Figura 18 - Mapa de ruído do galpão de processamento sobre planta baixa com <i>layout</i> das máquinas e equipamentos na Fazenda 1, Lavras –MG.	45
Figura 19 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de processamento da Fazenda 1.	47
Figura 20 - Mapa de ruído do galpão de secagem e beneficiamento sobre planta baixa com <i>layout</i> das máquinas e equipamentos na Fazenda 1, Lavras –MG.	48
Figura 21 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 1.....	50

Figura 22 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 1.	51
Figura 23 - Mapa de ruído do galpão de secagem e beneficiamento sobre planta baixa com <i>layout</i> das máquinas e equipamentos na Fazenda 2, Nazareno –MG.....	52
Figura 24 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 2.....	54
Figura 25 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 2.	56
Figura 26 - Mapa de ruído do galpão de rebeneficiamento e armazenamento de café sobre planta baixa com <i>layout</i> das máquinas e equipamentos em Santo Antônio do Amparo – MG.	56
Figura 27 - Pilha de <i>big bags</i> para o armazenamento de grãos de café no armazém.....	57
Figura 28 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de recepção no armazém.....	59
Figura 29 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de rebeneficiamento do Armazém.....	61
Figura 30 - Gráfico com os valores máximos, médios e mínimos de cada ambiente de pós-colheita do café.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média dos dados de ruídos coletados no ambiente de processamento da Fazenda 1	46
Tabela 2 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 1	49
Tabela 3 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 1	50
Tabela 4 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 2	54
Tabela 5 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 2	55
Tabela 6 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de recepção do Armazém	58
Tabela 7 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de rebeneficiamento do Armazém	60
Tabela 8 – Valores máximos, médios e mínimos nos ambientes de pós-colheita de café: processamento, secagem, beneficiamento, recepção e rebeneficiamento do café.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Processamento do café	14
2.2 Beneficiamento e rebeneficiamento do café	17
2.3 Som e ruído	18
2.4 Ouvido humano	20
2.5 Saúde e segurança do trabalhador	22
2.6 Saúde e segurança na agricultura	26
2.7 Legislação relacionada à exposição ao ruído	27
2.8 Medição e equipamentos	31
2.9 Mitigação do ruído na indústria	32
2.10 Mapa de ruído	35
3. MATERIAL E MÉTODOS	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Mapas de ruído	45
4.2 Mitigações	64
5. CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS	72
ANEXO A – Certificado de calibração do medidor de Nível de Pressão Sonora (NPS) ..	79
ANEXO B – certificado de calibração do calibrador eletroacústico marca Instrutherm®.	85

1. INTRODUÇÃO

O setor cafeeiro preza progressivamente por qualidade e excelência. Para isso, os investimentos são realizados em toda cadeia produtiva, desde a lavoura até a xícara. Dentre as diversas operações pelas quais o café passa estão as etapas da pós-colheita, que têm por finalidade a homogeneização e classificação dos lotes, levando ao consumidor final um produto de melhor qualidade.

Parte das etapas da pós-colheita de café acontecem na fazenda: processamento, secagem e beneficiamento. Na cidade, em armazéns ou cooperativas, encontram-se as etapas de rebeneficiamento e armazenamento dos grãos de café. Esta última etapa é composta por ambiente tipicamente industrial, em que o café verde e seco passa por diversas máquinas e equipamentos que irão classificá-lo de acordo com seu tamanho, densidade e cor, deixando-o mais uniforme e homogêneo possível. Posteriormente segue para o armazenamento seguro, que conserva todas suas particularidades até a torra e consumo final.

De acordo com Welch (1973), para que se tenha a garantia de adequado produto final, a operação eficiente irá depender da adequada combinação dos equipamentos de limpeza, separação e classificação, bem como da manutenção e ajustes realizados pelos técnicos responsáveis.

Em unidades de armazenamento e rebeneficiamento, assim como qualquer outra planta industrial, existem diversos riscos ocupacionais, que devem ser analisados e mitigados aos menores níveis possíveis na fonte, trajetória e trabalhador. Dentre os riscos, encontra-se o ruído, produzido por máquinas e equipamentos e também durante o fluxo e transporte dos grãos de café.

O ruído está entre os agentes físicos mais comuns no ambiente laboral, trazendo estresse, irritabilidade, doenças e deficiências auditivas dependendo do nível e tempo de exposição. De acordo com Santos e Almeida (2016), a exposição excessiva ao ruído pode levar a danos psicológicos, cardiovasculares, distúrbios do sono e aumento da probabilidade de acidentes no trabalho, pois afeta significativamente a desenvoltura durante a execução das tarefas.

O conhecimento e análise do comportamento dinâmico do ruído em um ambiente de processamento de café pode ser realizado por meio de mapas de ruído, visto que permitem ao mesmo tempo uma visão geral e também detalhada da situação de propagação, intensidade e distribuição no ambiente de pós-colheita.

Assim, o ruído no local de trabalho é uma preocupação de crescente interesse para a gestão de riscos, afetando o desempenho do trabalhador e conseqüentemente a produtividade e eficiência da empresa. Existem trabalhos neste sentido, como o de Baio et al. (2015), em que realizaram o levantamento de ruído em colhedora automotriz de grãos; Ferraz et al. (2013), que demonstraram a variabilidade espacial do ruído gerado por derriçadora portátil em lavoura cafeeira gerando mapas de ruído; Martins et al. (2023), levantaram os níveis de ruído ocupacional emitidos por colhedoras automotrizes na colheita do cafeeiro; Pimenta Junior et al. (2012), com a realização de análise espacial do nível do ruído emitido por trator agrícola. Entretanto, nos ambientes laborais de pós-colheita do café ainda são desconhecidos os níveis de ruído aos quais os trabalhadores estão expostos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi a investigação do comportamento dos níveis de pressão sonora gerados, a fim de saber se o ruído em instalações de pós-colheita do café pode causar danos à audição dos trabalhadores envolvidos e buscar soluções para minimização do problema no setor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

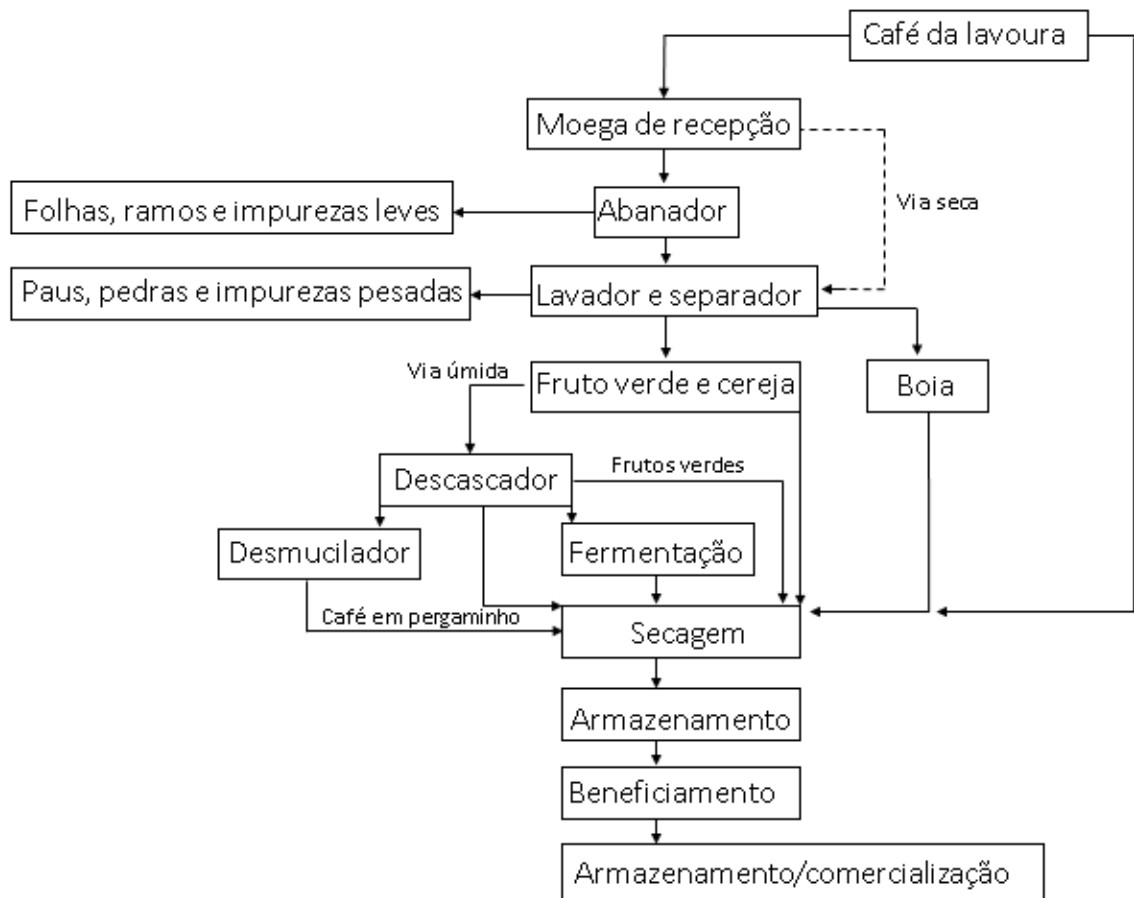
2.1 Processamento do café

Na fazenda as etapas pós-colheita são compostas pela lavagem, processamento, secagem e beneficiamento do café. Nos armazéns ocorre o rebeneficiamento e armazenagem. O processamento do café, como setor produtivo da cadeia, apresenta correlação com outros setores da economia, devido à demanda por matérias-primas de outras áreas, como máquinas e equipamentos e também o fornecimento de insumos para diversas indústrias, como a torrefação, doces e balas, café solúvel, produtos medicinais, alimentos e bebidas no geral. Deste modo, provoca efeitos multiplicadores nestes mercados em que se encontra inserida (SANTOS et al., 2009).

O café pode vir da lavoura em diferentes estádios de maturação, frutos verdes, maduros, ou “cereja”, super-maduros ou “passa”, frutos secos, além também de no lote haver paus, pedras, folhas, ramos e terra. A presença destes constituintes dependerá do sistema de colheita. O que resulta em variadas anatomias, composições químicas e teores de água nos frutos. Tal heterogeneidade pode comprometer a qualidade final e as operações subsequentes. A eficácia do processamento está diretamente ligada ao quão mais homogêneo torna-se o lote colhido ao longo das operações pós-colheita (BORÉM, 2008).

O resultado final da bebida está correlacionado tanto às características intrínsecas dos frutos, quanto ao seu preparo nas etapas pós-colheita. Utiliza-se tradicionalmente duas técnicas: via seca, em que o processo é mais simples e mais viável economicamente, em que os frutos após colhidos podem ser lavados ou já seguirem para secagem no terreiro ou nos secadores mecânicos. Contudo, um dos fatores importantes a serem observados é o clima, pois em locais que apresentam clima quente e úmido durante a secagem pode causar fermentações indesejadas geradas pela ação de microrganismos na mucilagem açucarada dos frutos. E via úmida, requer controle mais estrito em relação ao estágio de amadurecimento e pode incluir etapas de retirada da casca e mucilagem dos frutos para produção de café cereja despulpado ou apenas a retirada da casca para produção de cereja descascado. Com isso há a redução da massa de café a ser seco e o volume do café que será beneficiado, além de reduzir os riscos de fermentações indesejadas (MATIELLO, 2002). Nos diferentes processamentos o café passa por máquinas e equipamentos com funções distintas a fim de tornar o lote cada vez mais homogêneo (FIGURA 1).

Figura 1- Processamento do café.



Fonte: Adaptado de Borém (2008).

O processamento escolhido interfere diretamente na rentabilidade da produção. Contudo, antes desta escolha, deve-se analisar determinadas condições como clima regional; capital disponível pela fazenda; tecnologia e equipamentos disponíveis; demanda do mercado, dos consumidores; disponibilidade e direito de uso da água, disponibilidade de tecnologias para o tratamento de águas residuais (BORÉM; ISQUIERDO; TAVEIRA, 2014).

O processamento utilizado pode alterar características sensoriais e a composição do café cru, são fenômenos pouco conhecidos que podem vir a interferir negativamente nos grãos, na qualidade da bebida e também no desempenho fisiológico das sementes (TAVEIRA, 2012). As alterações físicas, bioquímicas e fisiológicas também podem acontecer durante a secagem, de modo a influenciar no aroma e sabor da bebida (BYTOF et al., 2007).

As impurezas vindas da lavoura são eliminadas durante a lavagem, em que se retira folhas, galhos, terra e pedras. Aquelas de maior tamanho são removidas por meio de peneiras de pré-limpeza e a separação de pedras e terra se dá pela diferença de densidade em água, no

processo de flotação, em que também acontece a separação dos cafés cereja e verde dos cafés boias e impurezas (NAGAMATO, 2001).

A moega é usada para recepcionar o café vindo da lavoura. Localiza-se acima do lavador e deve possuir inclinação de 60° para permitir a movimentação por gravidade dos frutos otimizando assim a operação. Após a recepção pela moega, o café segue para o lavador, em que acontece a separação por diferença de densidade. O lavador mecânico é construído por material metálico, que possui sistema mecânico para movimentação do café e recirculação da água utilizada. No processamento via úmida, posteriormente ao lavador, o café segue para o descascamento ou retirada do exocarpo. O desmucilador mecânico faz a retirada da mucilagem após o descascamento. A remoção acontece de forma mecânica devido ao atrito dos grãos com os grãos e dos grãos com o cilindro metálico (BORÉM, 2008).

O café cereja descascado é aquele em que se retira a casca e parte da mucilagem do fruto maduro. Já no café despulpado e desmucilado a casca e a totalidade da mucilagem são retiradas. Estas partes do café são propícias ao desenvolvimento de microrganismos, de modo que sua retirada pode evitar a ocorrência de fermentações indesejadas e prejudiciais à bebida (BÁRTHOLO; GUIMARÃES, 1997). Cortez et al. (2001) explicam que as principais vantagens do descascamento são a diminuição dos gastos posteriores com secagem e beneficiamento, a separação dos frutos verdes e a diminuição de bebidas fenicadas.

A secagem é uma das etapas mais relevantes no processamento, pois dela dependem a qualidade dos grãos e da bebida, conseqüentemente a cotação no mercado nacional e internacional. Visto que o café tem seus preços majorados de acordo com os parâmetros qualitativos (CARVALHO; CHAGAS; SOUZA, 1997).

A secagem pode ser por meio natural em terreiros, ou artificial, quando é realizada em secadores mecânicos, de modo que em qualquer processo ela se completa quando os frutos ou grãos atingirem entre 11 e 12% de umidade, em que é mais rápida para os cafés despulpados do que para os naturais (BRAND, 1999). É fundamental que o café colhido seja preparado e logo submetido à secagem para evitar processos fermentativos indesejáveis à bebida. Neste sentido é imprescindível o manejo pós-colheita, de modo a minimizar o tempo de exposição aos microrganismos, os quais começam a infecção ainda na planta e prolongam após a colheita, podendo estender até a secagem (CORTEZ, 2001).

A secagem mecânica acontece com a retirada de água do produto por meio do ar aquecido que passa através da massa de grãos. O método de secagem mecânica demanda maiores investimentos na construção ou aquisição das instalações e também para a manutenção da mesma (SILVA et al., 2013).

As características iniciais da matéria-prima, como teor de água, grau de maturação e propriedades físicas do fruto do café afetam as operações de secagem, por isso a colheita deve ser realizada observando-se a maturação (café cereja) e evitando-se o máximo contaminações por microrganismos. O café é classificado como fruta com condições de perecibilidade devido ao alto teor de água e açúcares em sua composição. Contudo, os processos de secagem do café assemelham-se a outros grãos que são colhidos já secos ou com baixo teor de água (VILELA, 1997).

2.2 Beneficiamento e rebeneficiamento do café

A transformação do “café em coco”, ou “em pergaminho” já seco, em “café em grãos” é denominado beneficiamento. Normalmente acontece ainda na fazenda, pois assim agrega valor ao produto, reduz o volume a ser transportado e pode utilizar o resíduo sólido (palha ou pergaminho) na própria fazenda, como compostagem e combustível para as fornalhas (ALMEIDA NETO; PIAGENTTINI; BORÉM, 2008).

Como uma das últimas etapas na cadeia produtiva do café está o rebeneficiamento, que busca refinar as características desejáveis em um lote, com a finalidade de obtenção de grãos mais homogêneos, destinados a comercialização (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O café chega na recepção por meio dos caminhões, o produto é amostrado para verificação do teor de água e impurezas; segue para silos pulmões para aguardar o rebeneficiamento. O rebeneficiamento é a etapa em que o café é classificado, de acordo com algumas de suas características físicas, tais como tamanho, densidade e cor. Para classificação, utiliza-se conjuntos de peneiras, realizando a separação por tamanho, depois pela mesa densimétrica, para separação por densidade e por último pelas seletoras eletrônicas, para a separação por cor. Esse conjunto de equipamentos visa agrupar os cafés por tipo, tendo no final do processo lotes homogêneos em qualidade (ALMEIDA NETO; PIAGENTTINI; BORÉM, 2008).

Segundo Corrêa et al. (2002), estudando os efeitos da variação do teor de água nas dimensões e propriedades físicas esfericidade e circularidade de diferentes variedades das espécies de *caffea arabica* L. e *coffea canephora*, concluíram que a redução do teor de água afeta de forma acentuada as características físicas dos frutos analisados. Houve redução dos três eixos ortogonais, assim sendo não se deve desprezar as variações das dimensões dos frutos ao longo do processo de secagem. Entende-se que frutos e grãos não possuem forma geométrica precisamente definida, na maior parte dos casos. Assim, para solucionar o problema, faz-se necessário assumir formas conhecidas aproximadas. Weber (1995), ressalta a importância do

conhecimento das características e mudanças dimensionais de frutos e grãos para adequada elaboração de projetos de unidade de processamento e dimensionamento de máquinas e equipamentos de secagem, armazenamentos, separação e classificação.

As diferenças físicas dos grãos existentes dentro de um lote permitem a separação destes de acordo com suas características, sendo realizado pelas diferentes máquinas de rebeneficiamento. A remoção de materiais indesejados acontece com a passagem destes por equipamentos especializados. Máquinas de ar e peneira e mesa de gravidade fazem parte de prática rotineira na grande maioria das espécies agrícolas. A retirada e separação de partes que se constituem por grãos de baixo peso específico e menor tamanho apresentam resultado substancial para o aprimoramento da qualidade dos lotes (VAUGHAM et al., 1976; WELCH, 1973).

2.3 Som e ruído

De acordo com Gerges (2000), o som se caracteriza por flutuações de pressão quando se encontra em um meio compressível. Porém para que o som seja perceptível ao ouvido humano as flutuações de amplitude e frequência com que acontecem devem estar dentro de uma determinada faixa de valores. O som é um tipo de energia que surge a partir da colisão das moléculas em um meio, umas contra as outras, sucessivamente.

As flutuações de pressão em um meio compressível determinam o som. Contudo, o som acontecerá quando a frequência que elas se repetem somado à amplitude estiver dentro de determinada faixa de valores. De modo que oscilações de pressões com amplitudes inferiores à determinados valores não são audíveis (limiar da audição), assim como, ondas em níveis elevados levam à sensação de dor ao invés de som (GERGES, 2008).

Som é uma sensação produzida no sistema auditivo, já o ruído é um tipo de som indesejado que traz perturbação. Ao vibrarem as partículas do ar geram som a partir de estruturas vibrantes, contudo, nem toda estrutura que vibra, gerará som harmônico. Para que um som harmônico seja gerado é necessário que as cordas de um instrumento sejam adequadamente instaladas e tocadas pelo profissional da música. O som desarmônico é definido como ruído (BISTAFA, 2018). Derisio (2000), define o termo som como qualquer variação da pressão, seja no ar, água ou qualquer outro meio desde que o ouvido humano possa captar.

Para a Organização Mundial da Saúde (1980) o som é energia mecânica, agente físico transmitido como ondas longitudinais resultantes da vibração de moléculas do ar, além de meios elásticos e também mecânicos, como na água e até no aço. Estes fenômenos físicos causam a

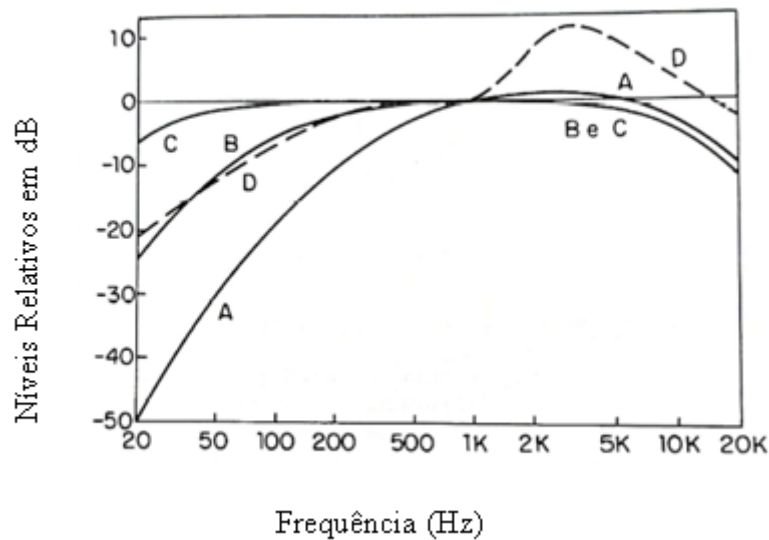
sensação auditiva, uma característica fisiológica, mesmo embora nem toda onda sonora cause sensação auditiva. Por outro lado, o ruído, do ponto de vista fisiológico, é todo fenômeno acústico que traz uma sensação auditiva incômoda e desagradável e do ponto de vista físico, o ruído é toda vibração mecânica, estatisticamente aleatória, de um meio elástico (AREZES, 2002).

Para que a vibração sonora seja caracterizada como som deve estar contemplada na faixa de frequência de 16 a 20.000 Hz. Quando se encontra abaixo de 16 Hz é considerada infrassom, quando acima de 20.000 Hz é um ultrassom. Outra premissa a ser atendida é a variação da pressão, que deve ter um número mínimo para atingir a mínima intensidade audível, ou limiar da audibilidade. Estudos mostraram que este valor mínimo é de $2 \times 10^{-5} \text{ N.m}^{-2}$, além de saber que a exposição à pressão sonora que atinja 200 N.m^{-2} causa dores no ouvido, conhecido também como limiar da dor. Assim, convencionou-se o valor mínimo como sendo 0 (zero) dB, para referência utilizada na fabricação dos medidores de nível pressão sonora e o valor máximo corresponde a 140 dB (SALIBA, 2011).

O ruído é classificado em contínuos ou intermitentes e ruídos de impacto. Entendendo-se por ruído contínuo ou intermitente o ruído que não seja ruído de impacto, para os fins de aplicação de limites de tolerância, ruído de impacto é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo (BRASIL, 2021). O ruído apresenta grandes variações e existe instrumentos para medi-lo, o dosímetro e o sonômetro.

O ouvido humano reage de forma desigual quando exposto a diferentes frequências, sendo mais sensível à faixa entre 2 e 5 kHz, menos sensível para frequências extremamente baixas e altas, por isso a necessidade de construir aparelhos de medição que simulassem a resposta do ouvido quando estimulado a essas frequências. Foram criadas as curvas de compensação A, B, C e D (FIGURA 2), as quais foram padronizadas internacionalmente e inseridas nos conceitos elétricos dos medidores de nível de pressão sonora. Os circuitos de compensação A, B, C e D são circuitos eletrônicos que modelam o comportamento do ouvido humano que apresentam sensibilidade variável de acordo com a frequência. O circuito A aproxima-se das curvas de igual audibilidade para baixos níveis de pressão sonora (NPSs), já o circuito B e C são semelhantes ao A, contudo, para médios e altos NPSs, respectivamente. Já o D, para mais altos valores de NPSs, padronizado para uso de medição de ruído em aeroportos (GERGES, 2000).

Figura 2 - Curvas de ponderação “A, B, C e D”, 20 a 20.000 Hz.



Fonte: Gerges (2000).

O ruído em ambientes laborais, acima de 85 dB(A) nível de pressão sonora (NPS) por 8 horas, sem medidas de segurança adequadas, como o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para aqueles trabalhadores expostos, pode levar a geração de lesão das vias auditivas até o sistema nervoso central (COSTA, 2015). Diversos processos da cadeia produtiva apresentam ruído intenso sendo problemática sua exposição no ambiente de trabalho, considerado fator de risco modificável de maior relevância para perda auditiva em adultos.

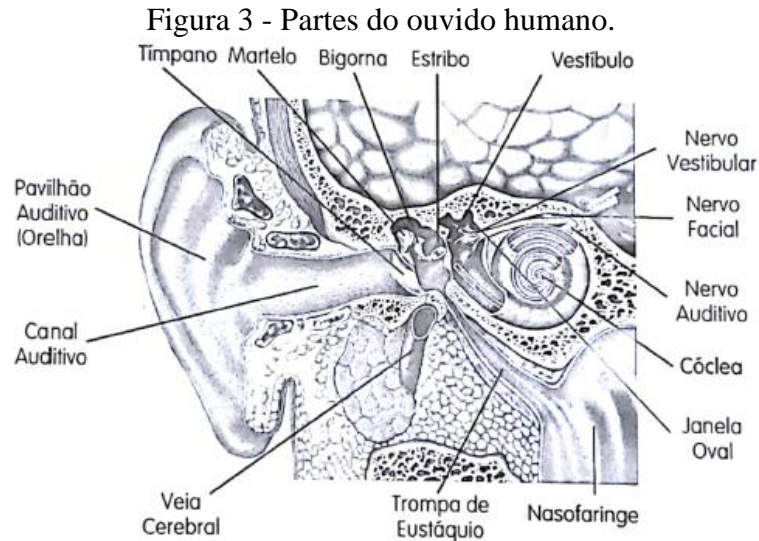
A evolução da mecanização e industrialização salientou a problemática do ruído. Entretanto, já houve um tempo em que este era visto como um indicador de evolução industrial, sendo que as sociedades “silenciosas” eram tidas como as de pouco desenvolvimento, diferentemente daquelas “ruidosas”, que detinham as mais potentes máquinas, logo, mais desenvolvimento industrial (SAFETY NEWS, 2000). Todavia, com a evolução da preocupação com a saúde e segurança do trabalhador, o cenário felizmente mudou, buscando-se e valorizando-se ambientes com o mínimo nível de ruído possível.

2.4 Ouvido humano

O ouvido humano é um sistema complexo, delicado, sensível, o qual possibilita a percepção e interpretação do som. Para que se evite a perda da audição faz-se necessário o conhecimento dos mecanismos de funcionamento e comportamento do sistema de audição,

além de ter conhecimento das consequências do ruído e da vibração no corpo humano (GERGES, 2000).

O sistema auditivo não apresenta a mesma sensibilidade em todas as frequências. O som de 1000 Hz é melhor percebido que o de 100 Hz, isto porquê o ouvido médio não é tão eficiente para 100 Hz assim como é para 1000 Hz. Sons com características que oferecem riscos à audição são limitados por estruturas protetoras do sistema auditivo (DURRANT, 1972).



Fonte: Gerges (2000).

A propagação do movimento vibratório resulta na sensação auditiva, ou seja, o som. O movimento vibratório se dá em meio elástico, sendo que na maioria das vezes acontece no ar. As vibrações então são captadas pelo ouvido externo (OE), conduzidas pelas partes do ouvido médio (OM) até a cóclea, no ouvido interno (OI) (FIGURA 3), sendo então conduzidas ao cérebro por meio do nervo auditivo (VIEIRA, 1994). As vibrações são captadas no ouvido interno por células especializadas, altamente sensíveis à estímulos, onde são transformadas em sinais elétricos transmitidos ao cérebro (IIDA, 2005).

A parte mais externa do sistema auditivo é o ouvido externo, constituído de três partes: pavilhão da orelha, canal auditivo e tímpano. A forma afunilada do pavilhão da orelha tem função de coletar e transmitir as ondas sonoras que irão excitar o tímpano, membrana que vibra (GERGES, 2000). O pavilhão auditivo exerce a função de dirigir o som de forma concentrada ao conduto auditivo externo. Também provê proteção ao ouvido médio e interno. Possui formato cilíndrico, conduzindo as ondas até o tímpano. A cera produzida nesta região exerce proteção à membrana timpânica contra sujeira e objetos estranhos (NEWBY, 1979).

No ouvido médio o som propaga por meio de três ossículos: martelo, bigorna e estribo, que são assim chamados por parecerem com tais objetos. Os ossículos captam as vibrações vindas do tímpano e as transmite à uma fina membrana na cóclea, chamada janela oval, a qual separa o ouvido médio do interno. Os ossículos têm por função a transmissão e amplificação das ondas sonoras, causando o aumento das vibrações mecânicas, podendo ampliá-las em até vinte e duas vezes (IIDA, 2005).

A cadeia de ossículos conduz o som até o ouvido interno, fazendo uma ponte entre a membrana timpânica e a abertura ovalada do ouvido interno. A uma parte central da membrana timpânica está ligada a uma das extremidades do martelo, que se liga a bigorna, o qual está ligado ao último ossículo, o estribo. Por fim a base do estribo se liga a um orifício do ouvido interno, janela oval (DURRANT; LOVRINIC, 1984). O estribo se liga à janela oval, que se encontra na cóclea, a qual é responsável por colher esses movimentos e tem a forma de uma espiral cônica (GERGES, 2000).

O ouvido interno, ou labirinto possui a cóclea ou caracol, que é a parte anterior que exerce função auditiva. Na parte posterior estão o vestíbulo e os canais semicirculares, que possuem função de manutenção do equilíbrio corporal (IIDA, 2005). A cóclea é responsável pela transformação do som em estímulos elétricos. O labirinto pela manutenção do equilíbrio do corpo. Dentro da cóclea as escalas vestibular e timpânica acontecem por diferença de pressão. Na divisão coclear as escalas causam deslocamentos na membrana basilar para cima e para baixo causando diferentes frequências (ROEDERER, 1998).

O ouvido interno é uma cavidade complexa e repleta dos líquidos: perilinfa (rico em sódio) e endolinfa (rico em potássio), onde encontra-se as membranas e terminais nervosos, que detectam as trocas de pressão, são analisados e transmitidos até o nervo acústico (MAIA, 2002). Segundo Goelzer et al. (2001), a cóclea tem volume aproximado de apenas 0,2 mililitros, onde encontram-se 30.000 células capilares que atuam como transdutor de vibrações mecânicas para impulsos, além de 19.000 fibras de nervos que atuam na transmissão de impulsos nervosos para o cérebro e do cérebro para o ouvido interno.

2.5 Saúde e segurança do trabalhador

A Organização Mundial da Saúde (1980), determina que o contato com 55 dB(A) em nível diário médio de exposição ao ruído é o limite para se viver bem. Acima de 75 dB(A) de exposição passa-se a ter desconforto acústico. De modo que nesta condição inicia-se a irritabilidade, dificuldade de comunicação, perda da inteligibilidade, dentre outros

comprometimentos na diminuição da produtividade do trabalho. A Norma Regulamentadora (NR)-17 (BRASIL, 2022), determina como nível de ruído de fundo aceitável para efeito de conforto acústico no ambiente de trabalho valores de até 65 dB(A) nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A e no circuito de resposta Slow (S) e também a organização deve adotar medidas de controle de temperatura do ar entre 18 e 25 °C para ambientes climatizados. Maschke (1999) sugere que 65 dB(A) é o limite de nível sonoro ao qual a população deve se expor em um ambiente urbano. A NR-15 (BRASIL, 2022) traz que o trabalhador pode ficar exposto até 85 dB(A) por 8 horas sem proteção.

Ao quantificar o ruído contínuo ou intermitente é sempre importante relacionar a dose de ruído a qual o trabalhador fica exposto. Além do nível de ruído, o potencial de danos à audição dependerá igualmente do período de exposição. Se expor por 1 minuto a 100 dB(A), não é tão prejudicial quanto se expor a 90 dB(A) por 60 minutos (GERGES, 2000). A NR-09 (BRASIL, 2021), que trata sobre Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos diz que para fim de medida de prevenção devem ser adotados como nível de ação para o agente físico ruído, a metade da dose.

O nível de ação é um valor acima do qual devem ser implementadas ações de controle sistemático a fim de prevenir exposições ocupacionais acima dos limites de exposição. Então a NR-15 (BRASIL, 2022) em seu Anexo nº 1 explica que se houver dois ou mais períodos de exposição a ruídos de diferentes níveis devem ser considerados seus efeitos combinados, para isso utiliza-se a Equação 1, de modo que se o resultado exceder a uma unidade considera-se a exposição acima do limite de tolerância. O resultado desta equação é a dosagem a qual o trabalhador fica exposto. Chamada de dose de exposição ou nível de exposição normalizado. Se for maior que 0,5 ou 50% encontra-se no nível de ação, assim a empresa precisa realizar medidas de controle. Se ultrapassa o limite de tolerância, 1 ou 100%, o trabalhador tem direito ao adicional de insalubridade.

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} \dots \dots \dots + \frac{Cn}{Tn} \quad (1)$$

em que,

Cn: tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico;

Tn: indica a máxima exposição diária permissível a este nível.

A NHO 01 (BRASIL, 2001), traz as informações a seguir (FIGURA 4) com as considerações técnicas de atuação recomendada em função da dose diária.

Figura 4 - Dose Diária ou Nível de Exposição Normalizado encontrados na condição de exposição avaliada.

Dose diária (%)	Consideração técnica	Atuação recomendada
0 a 50	aceitável	no mínimo manutenção da condição existente
50 a 80	acima do nível de ação	adoção de medidas preventivas
80 a 100	região de incerteza	adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da dose diária
acima de 100	acima do limite de exposição	adoção imediata de medidas corretivas

Fonte: Adaptado de Brasil (2001).

A atividade do trabalho ao transformar a matéria bruta em produtos facilitadores do cotidiano traz benefícios, contudo, também gera subprodutos que desequilibram a relação entre trabalhador e meio ambiente. As condições e operações de produção em alta velocidade, tão maiores que no ambiente natural, favorecem o surgimento destes subprodutos prejudiciais, os agentes de risco (MAIA, 2001).

De acordo com Fantini Neto (2013), risco pode ser definido como qualquer coisa que tem potencial para geração de doença ou acidente com o trabalhador, podendo ser risco físico, químico, biológico, ergonômico e de acidente. O perigo se caracteriza como estado ou situação de alerta para que os responsáveis tomem os devidos cuidados. Já o agente de risco é aquele que já está agindo no organismo da pessoa, como o ruído. Por conseguinte, para o gerenciamento e prevenção dos acidentes é de suma importância a análise dos riscos existentes no ambiente laboral.

No ambiente de trabalho o ruído é o agente físico nocivo mais frequente que atinge a saúde do trabalhador, de modo a ser caracterizado como o fator de maior relevância das origens das doenças ocupacionais (PADOVANI et al., 2004).

A industrialização trouxe consigo consequências prejudiciais, com as diversas poluições ambientais e riscos ocupacionais, os quais tornaram-se ao longo dos anos mais evidentes. Nas últimas décadas, diversos estudos associam o ruído do tráfego com o aumento do risco de doenças cardiovasculares e metabólicas (MUNZEL, 2014).

O ruído intenso acelera o pulso, eleva a pressão arterial, contrai vasos sanguíneos. A depender da intensidade pode até levar a ruptura do tímpano devido ao deslocamento de ar muito elevado, causado por exemplo por uma explosão ou outro ruído de impacto violento (SALIBA, 2017). Mattos e Másculo (2011) completa que o ruído pode levar à problemas de memória, isolamento profissional, baixa concentração, perturbações na comunicação, além das

consequências indiretas: agressividade, ansiedade, perturbação do sono, hipertensão arterial, queda de imunidade, problemas no estômago e ainda problemas no âmbito social do trabalhador (FIGURA 5).

Figura 5 - Efeito do ruído no organismo humano.



Fonte: Gerges (2000).

A exposição ocupacional ao ruído pode levar à deficiência auditiva. A chamada Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR), a qual é irreversível e afeta diretamente na qualidade de vida do indivíduo, uma vez que deteriora a capacidade de comunicação do mesmo. Contudo, em muitos casos, o problema poderia vir a ser evitado se houvesse de fato uma gestão eficiente voltada à segurança do trabalho, com medidas preventivas, com controle de ruído e proteção individual (WALDRON, 2001). O zumbido, além da perda auditiva, é uma reclamação frequente relatada por profissionais que atuam em ambientes ruidosos com níveis de 85 dB(A) NPS ou maiores em jornadas de 8 horas de trabalho (ARAÚJO, 2002).

A PAIR é ocasionada por exposição do indivíduo ao ruído por tempo prolongado, caracterizada como perda auditiva do tipo neurosensorial, irreversível e ainda progressiva de acordo com o tempo que se fica exposto ao ruído. Há variações de como pode ser denominada, surdez profissional, perda auditiva por exposição ao ruído no trabalho, perda auditiva induzida por ruído ocupacional e perda auditiva induzida por níveis elevados de pressão sonora (FELICIO, 2008).

De acordo com Lopes (2009), quanto mais exposto, maior o comprometimento dos limiares auditivos obtidos em trabalhadores que se encontram expostos ao ruído ocupacional. Assim, deve ser realizado um trabalho intensivo de promoção da saúde auditiva e/ou prevenção

de perdas auditivas, com principal atenção àqueles trabalhadores expostos à níveis elevados de ruído ocupacional, além da educação voltada ao uso adequado de equipamentos de proteção auditiva individual.

2.6 Saúde e segurança na agricultura

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2011), devido aos diversos riscos, a agricultura é um dos setores mais perigosos aos trabalhadores. As atividades rotineiras do campo, como preparo do solo, plantio, manejo, colheita, cuidados com os animais, dentre outros requerem muita força física, levando até a problemas osteomusculares. Mesmo a substituição da força humana pelo uso da máquina gera novos riscos, tais como: ruído, vibração, queda, poeira, etc. Ainda podendo citar outros riscos advindos das atividades rurais: descarga elétrica, zoonose, ataque por animais peçonhentos, intoxicação por defensivos agrícolas, ferimentos e quedas.

Na Nova Zelândia, assim como em outros países, amostragens iniciais demonstraram o quão intenso a exposição ao ruído na agricultura pode ser. Principalmente no curto prazo, com níveis de até 120 dB (A), por exemplo, durante a operação utilizando um motosserra, 105 dB (A) em granjas suínas no momento da alimentação, 100 dB (A) em tratores sem cabines e 97 dB (A) em galpões de ovelhas durante a tosquia (OSH, 1996).

O processo de gestão da empresa do seguimento cafeeiro, assim como dos diversos setores, deve fornecer subsídios para a empresa alcançar a sustentabilidade. Tal gestão envolve aspectos técnicos e administrativos. A gestão técnica envolve todo o processo de produção para obter um produto final de alta qualidade. Já dentre os aspectos administrativos, encontra-se a gestão da saúde e segurança do trabalho, muitas vezes sob responsabilidade da área de recursos humanos, que por vezes não é colocada em primeiro plano (BLISKA et al., 2019).

Bliska et al. (2019) levantam alguns dos principais pontos de melhoria na cafeicultura. Mais propriedades deveriam definir etapas, metas, análise de risco e melhorias nas condições do ambiente de trabalho; poucas empresas possuem e utilizam Código de Conduta, inclusive em relação à Saúde e Segurança no Trabalho; pouco registro dos devidos protocolos e metodologias que devem ser seguidos em cada um dos processos de produção; não há gestão da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) que inclui toda a propriedade, apenas são adotadas medidas pontuais e setoriais.

No meio rural a preocupação relativa à saúde e segurança do trabalho sempre esteve mais vinculada à proteção contra intoxicações por defensivos agrícolas e pouca atenção foi e é

dada aos outros agentes de risco, como ruído, resultante do uso de máquinas e equipamentos agrícolas, tornando-se difícil a obtenção de dados relativos aos efeitos do ruído no trabalhador rural (VITÓRIA, 2000).

Faz-se necessário a criação e consolidação da cultura de segurança no ambiente laboral, sendo este ainda um dos principais desafios dos gestores em unidades de rebeneficiamento e armazenamento de arroz no Rio Grande do Sul. O despreparo não é apenas daqueles que estão na linha de produção, mas também dos recém-formados em ciências agrárias que também não estão devidamente conscientizados sobre segurança do trabalho no meio rural (GUIMARÃES et al., 2013). Não obstante, é de responsabilidade do empregador garantir um ambiente salubre, conforme orienta a NR-15 (BRASIL, 2022), que versa sobre Atividades e Operações Insalubres, para que os trabalhadores exerçam suas atividades laborais sem comprometimento da saúde e segurança dos mesmos.

2.7 Legislação relacionada à exposição ao ruído

Em seu capítulo V a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), prevê as normas introdutórias de caráter geral da segurança e medicina do trabalho, com a identificação dos riscos ocupacionais, agindo com medidas preventivas e contínuas de modo a garantir ao trabalhador sua saúde e segurança (BRASIL, 1978). A Lei n° 6.514/1977 (BRASIL, 1977) anos depois alterou o capítulo V do Título II da CLT e instituiu disposições à cerca da Segurança e Saúde do Trabalho em todo país. Já a Portaria n° 3.214 de 08 de junho de 1978 (BRASIL, 1978) aprovou as Normas Regulamentadoras, conhecidas também como NRs, as quais dispõem sobre as regras de segurança e medicina nas atividades relativas ao trabalho em nível nacional. Algumas relativas aos ambientes laborais de uma forma geral, outras para setores específicos.

Buscando atender as recomendações e convenções da Organização Internacional do Trabalho (OIT) as NRs vêm sofrendo alterações e revisões constantes em seus conteúdos. Isso acontece a fim de buscar constante adequação às mudanças no ambiente laboral, principalmente em relação ao surgimento de novos riscos ocupacionais e também acompanhar as normas daqueles países mais desenvolvidos (SANTOS, 2012).

Em referência à Segurança e Medicina do Trabalho as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego acerca da avaliação do ruído em ambientes de pós-colheita de café são a NR-01 Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (BRASIL, 2022), NR-06 Equipamento de Proteção Individual (BRASIL, 2022), NR-07 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (BRASIL, 2022), NR-09 Avaliação e Controle das

Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos (BRASIL, 2021), NR-15 Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 2022) e NR-31 Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura (BRASIL, 2022).

A NR-01 Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais tem por objetivo estabelecimento de disposições gerais. Trata sobre o gerenciamento de riscos ocupacionais, que deve constituir um Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR. Dentre os direitos e deveres do empregador, após também ouvir os trabalhadores, este deve implementar medidas de prevenção com a seguinte ordem de prioridade: eliminação dos fatores de risco; adoção de medidas de proteção coletiva; adoção de medidas administrativas ou de organização do trabalho; e adoção de medidas de proteção individual (BRASIL, 2022).

A NR-06 Equipamento de Proteção Individual (EPI), trata especificamente sobre o uso e importância dos Equipamentos de Proteção Individual, que são produtos ou dispositivos de uso individual usados pelo trabalhador com objetivo de protegê-los de riscos relacionados à atividade profissional. A norma também estabelece regras a fim de evitar acidentes com os trabalhadores, além de prevenir as doenças ocupacionais. A norma define que EPIs só podem ser comercializados mediante indicação do Certificado de Aprovação – CA, o qual é expedido por órgão nacional competente em matéria de saúde e segurança no trabalho no Ministério do Trabalho e Emprego. As empresas devem fornecer EPIs em plena condição de funcionamento e conservação aos funcionários. Além de estipular todas as obrigações tanto do empregador como do empregado em relação aos EPIs (BRASIL, 2022).

A NR-07 Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO estabelece diretrizes para o desenvolvimento do PCMSO dentro das organizações, tendo por objetivo a preservação e proteção da saúde dos empregados em relação aos riscos ocupacionais. Este deve ser elaborado levando-se em consideração as demais NRs. O PCMSO deve conter a realização obrigatória dos seguintes exames: admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de risco ocupacional e demissional. Também estabelece parâmetros mínimos sobre o acompanhamento daqueles trabalhadores expostos a ruído, devendo ser submetidos a exames audiométricos de referência e sequências todos os empregados que exerçam ou exercerão suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora estejam acima dos níveis de ação, conforme informado no PGR da organização, independentemente do uso de protetor auditivo (BRASIL, 2022).

A NR-09, anteriormente intitulada: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) foi modificada pela Portaria SEPRT n.º 1.358 e 1.359, de 09 de dezembro de 2019, para Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e

Biológicos, então com novo texto. Tem por objetivo estabelecer os requisitos para avaliação das exposições ocupacionais à agentes químicos, físicos e biológicos que podem vir a ser identificados no Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) (BRASIL, 2021).

Alguns pontos deverão ser considerados ao identificar a exposição aos agentes de risco, como: descrição das atividades; fatores determinantes da exposição; identificação do agente e forma de exposição; possíveis lesões ou agravos à saúde relacionados às exposições identificadas; medidas de prevenção já existentes; e identificação dos grupos de trabalhadores expostos. Ressalta-se que enquanto não forem determinados os anexos desta norma, deve-se adotar tais medidas de prevenção: os limites de tolerância e anexos da NR-15 e a metade da dose como nível de ação para o agente físico ruído (BRASIL, 2022).

A NR-15 Atividades e Operações Insalubres traz os limites de tolerância para diversas atividades e operações em que o trabalhador fica exposto à riscos laborais, em seus anexos. O ‘limite de tolerância’ é entendido como a concentração ou intensidade máxima ou mínima, que tem relação com o tempo e a natureza da exposição do trabalhador ao agente nocivo, de modo a não causar danos à saúde dele ao longo de sua vida laboral. Caso o trabalho aconteça em ambiente insalubre, há a percepção de adicional, que incide sobre o salário mínimo da região, que equivale a: 40% para insalubridade de grau máximo; 20% para insalubridade de grau médio; e 10% para insalubridade de grau mínimo (BRASIL, 2022).

O anexo nº 1 da NR-15 (BRASIL, 2022), demonstra o tempo máximo de exposição a determinado nível de ruído, não podendo assim serem estes excedidos (FIGURA 6). Níveis de ruído contínuo ou intermitente são medidos com instrumentos de nível de pressão sonora operando em circuito de compensação ‘A’, com circuito de resposta lenta (SLOW), sendo a unidade de medida o decibel (dB). Exposições a níveis de ruído acima de 115 dB não será permitida à trabalhadores sem a adequada proteção.

Figura 6 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Brasil (2021).

Quando o trabalhador fica exposto a diferentes níveis de ruído ao longo de sua jornada de trabalho, deve-se considerar seus efeitos combinados (Equação 1). Se a soma das frações exceder a 1, a exposição estará acima dos limites de tolerância.

A NR-17 (BRASIL, 2022), que discorre sobre ergonomia, também faz referência às condições ambientais de trabalho, em que diz que o nível aceitável para efeito de conforto em locais que exijam solicitação intelectual não deve ultrapassar 65 dB(A). O índice de temperatura efetiva deve ficar entre 20 e 23 °C; velocidade do ar não deve superar 0,75 m/s e a umidade relativa do ar não ser inferior à 40%.

A NR-31 (BRASIL, 2022), tem por objetivo estabelecer as condições a serem observados no ambiente de trabalho rural, visando o desenvolvimento produtivo compatível com a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho rural. O empregador do setor rural deve elaborar, implementar e custear Programa de Gerenciamento de Riscos no Trabalho Rural (PGRTR), no qual deve haver ações de segurança e saúde que visem a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho nas atividades rurais. Alguns dos itens presentes no PGRTR estão: reconhecimento dos perigos e sua eliminação; implementação de medidas de

prevenção obedecendo cronograma e seguindo uma ordem de prioridade em que deve ser feita a eliminação do risco, adoção de medidas de proteção coletiva, implementação de medidas administrativas, incorporação de medidas de proteção individual, acompanhamento e controle dos riscos e por fim investigação e análise de acidentes e doenças ocupacionais.

A FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, órgão ligado ao Ministério do Trabalho e Emprego – MTE estabeleceu, através da Norma de Higiene Ocupacional – NHO 01, metodologias da avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo o intermitente e também ao ruído de impacto em quaisquer situações de trabalho que levem ao risco potencial de surdez ocupacional. Dentre os procedimentos gerais a serem seguidos antes da realização de qualquer medição, estão: verificação da integridade eletromecânica e coerência na resposta do instrumento; verificação das condições de carga da bateria; ajuste dos critérios de medição, conforme parâmetros a serem seguidos; realização da calibração seguindo as instruções do fabricante; medições devem ser realizadas na zona auditiva do trabalhador, para que os dados sejam representativos da exposição ocupacional em que o trabalhador se encontra; a conduta e o posicionamento do avaliador não devem interferir no campo acústico ou nas condições de trabalho para que os resultados sejam o mais reais possíveis (FUNDACENTRO, 2001).

2.8 Medição e equipamentos

De acordo com Saliba (2011), a emissão de um som com 100 dB, emitido em uma frequência de 50 Hz, responde com leituras diferentes a depender da curva escolhida, pois as curvas possuem respostas diferentes de acordo com o nível de pressão sonora. Para esta hipótese, curva “A”: 70 dB, curva “B”: 88 dB, curva “C”: 99 dB, curva “D”: 88 dB. A curva “A” é recomendada para níveis de pressão sonora baixos, “B” para níveis médios, “C” para mais altos e “D” para níveis específicos, como pressões geradas em aeroportos.

Para Almeida (2008), os equipamentos de ruído: dosímetros, sonômetro e analisadores de frequência têm por função a identificação e avaliação das fontes individuais de ruído, com propósito de neutralizar e diminuir a emissão sonora. Assim, há o auxílio e o estudo da possibilidade da engenharia no controle para atenuação sobre as fontes sonoras individuais, além da avaliação da necessidade da utilização dos equipamentos de proteção individual.

Medidores de nível de pressão sonora (NPS) instantâneos, chamados de sonômetros ou popularmente também conhecidos como decibelímetros têm resposta lenta e rápida, com circuito de compensação “A”, “B”, “C” e “D”, “A” e “C” ou somente “A”. Podem ser do tipo

1 ou tipo 2, em que o tipo 1 é usado para medição em campo, com precisão e o tipo 2, para medições gerais em trabalhos de campo (SALIBA, 2009). Os medidores de leitura instantânea para medição do ruído contínuo ou intermitente devem ser ajustados para operar no circuito de ponderação “A”, com resposta lenta (slow) com cobertura de uma faixa mínima de 80 a 115 dB(A) (FUNDACENTRO, 2001).

Ruídos de impacto são medidos com o equipamento na curva “C”, com resposta “rápida” (BRASIL, 2019). Utiliza-se a curva “A” por ser a que mais se aproxima das condições do ouvido humano, em condições de baixa e média pressão (BISTAFA, 2011).

Os dosímetros ou audiodosímetros de ruído são equipamentos relevantes para medição do ruído pois permitem adequada caracterização da exposição ocupacional ao ruído, devido a obtenção da dose de ruído, do efeito combinado e o nível equivalente de ruído – Leq. Pois os dosímetros mostram como leitura final o nível médio equivalente ao qual o indivíduo se expôs durante a execução do trabalho (SALIBA, 2011). De acordo com a NHO-01 (FUNDACENTRO, 2001), calibradores acústicos são usados para a calibração dos medidores de nível de pressão sonora, realizam a aferição dos equipamentos medidores de nível de ruído. Devem ser preferencialmente da mesma marca que o medidor, e obrigatoriamente deve haver o perfeito encaixe entre o microfone e o calibrador, para adequada calibração.

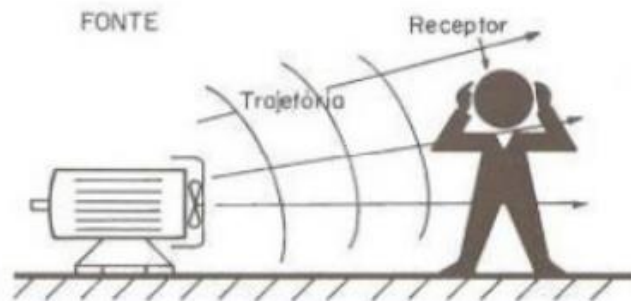
2.9 Mitigação do ruído na indústria

A atenuação do ruído é uma medida de controle pensada para minimizar os incômodos e consequências sobre as pessoas. Existem basicamente três maneiras, em que se prioriza da primeira para a última: mitigação na fonte, na trajetória e no indivíduo (SALIBA, 2009) (FIGURA 7). Maia (2001) considerou que o controle do ruído tanto na fonte como na trajetória é mais eficiente, entretanto, frequentemente são mais complexas e com maior custo, porém o que não pode ser um impedimento à mitigação.

Na busca pelas minimizações das emissões do ruído, observa-se com critério o custo/benefício da mudança a ser realizada. São fatores relativos aos custos: custo de projeto, a fabricação, montagem e também a manutenção em curto, médio e longo prazo. Por outro lado, dentre os benefícios, se inclui: qualidade de vida, eliminação de pagamento de insalubridade, aposentadoria por surdez profissional, redução de assistência médica, redução de ausência de funcionários no serviço. O equilíbrio entre os custos aplicados e os benefícios se dá a partir da legalidade do empreendimento, ou seja, o cumprimento de normas e legislações específicas relacionadas à segurança do trabalho naquele empreendimento, pois é muito difícil quantificar

os benefícios sociais da manutenção da saúde auditiva e contribuição de um trabalhador saudável que cumpre suas funções familiares e sociais (GERGES, 2000).

Figura 7 - Fonte, trajetória e receptor.



Fonte: Gerges (2000).

Saliba (2011) reforça a importância do controle na fonte ou trajetória, de modo que a fase de planejamento das instalações é o momento mais apropriado para a adoção dessas medidas, para aquisição de máquinas com menores níveis de ruído e melhor escolha do *layout*.

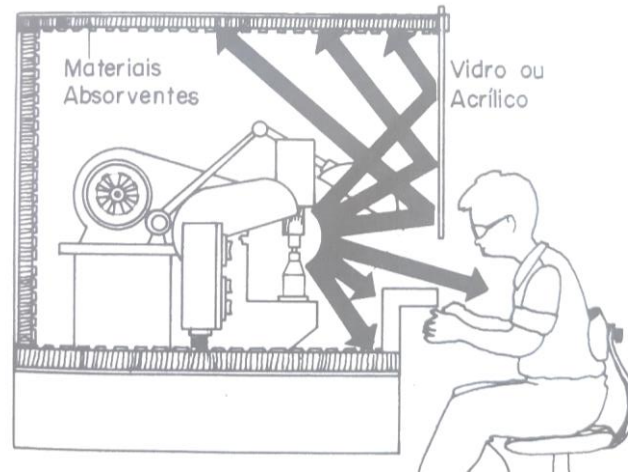
A NR-12 (BRASIL, 2022) estabelece que os fabricantes e importadores de motosserras e similares instaladas no país deverão ter em seus catálogos os níveis de ruído e vibração e a metodologia utilizada para a referida medição. Importante também saber que existem inúmeras alternativas para esse tipo de controle: substituição de equipamento por algum mais silencioso, lubrificação eficaz de mancais e rolamentos, redução de impactos, alteração de processos, reprogramar a operação para que menos máquinas funcionem ao mesmo tempo, regulação de motores, estruturas e elementos de peças, substituição de engrenagens metálicas por outras em material plástico, instalar abafador, adaptação de revestimentos emborrachados para absorção de choques, redução de altura na queda de materiais receptores, como a queda de minério (SALIBA, 2011).

Gerges (2000), traz uma lista de soluções para o problema em cada uma das etapas.

- Soluções na fonte: Análise das máquinas e equipamentos no momento da compra relativo às especificações e níveis máximos de ruído emitidos pelas mesmas. Simulação dos níveis de potência sonora emitido pelas fontes ainda a serem instaladas em novas plantas ou em expansão das já existentes.
- Soluções na trajetória: barreiras acústicas, enclausuramento, absorção e/ou isolamento acústico, silenciadores, dentre outros. O enclausuramento (FIGURA 8) é uma medida prática àquelas máquinas que se encontram em funcionamento. Neste método a energia sonora se mantém em espaço confinado por reflexão, além de dissipar parte da energia.

- Soluções no receptor: uso de cabines protetoras. Protetores auriculares (até que soluções permanentes sejam tomadas). Redução da jornada de trabalho nos ambientes ruidosos, diminuindo a dose de ruído de cada trabalhador.

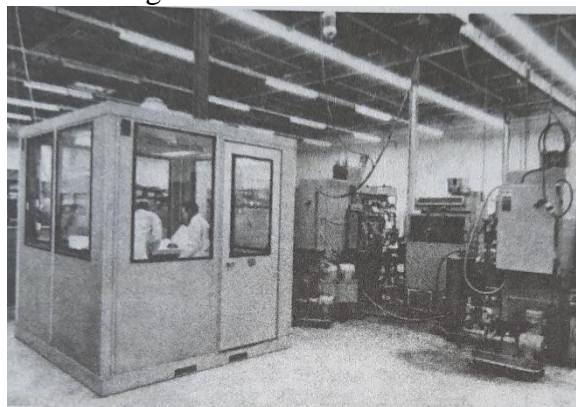
Figura 8 - Enclausuramento parcial típico.



Fonte: Gerges (2000).

Em outra perspectiva ao enclausuramento que isola a máquina, existem as cabines acústicas, que isolam o trabalhador contra a exposição ao ruído. A escolha entre uma e outra solução vai depender de cada situação, se naquele ambiente existem mais fontes ruidosas ou necessidade de circulação de trabalhadores. Se houverem muitas fontes e poucos trabalhadores é mais viável a implantação das cabines (FIGURA 9), as quais podem reduzir o ruído em até 20 dB(A) (GERGES, 2000).

Figura 9 - Cabine Acústica.



Fonte: Gerges (2000).

Seria ideal que medidas de proteção contra níveis elevados de ruído ocupacional acontecessem de forma coletiva, por meio do controle na fonte emissora, no meio de

propagação, ações administrativas de controle na organização do trabalho. Contrariando isto, em alguns casos, são tecnologias de alto custo, com complexa implantação, o que torna a solução inviável. Por outro lado, as medidas de proteção no trabalhador são as atualmente mais utilizadas pela facilidade de implantação e viabilidade financeira. Sendo elas principalmente: protetor auditivo circum-auricular, protetor auditivo de inserção, protetor auditivo semiauricular. É importante ressaltar que devem ser utilizados durante todo o tempo de exposição e de forma correta (MEIRA et al., 2012).

De acordo com a NR-06 (BRASIL, 2022), considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI), todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, que se destina à proteção de riscos que ameacem a segurança e a saúde do trabalhador. Assim, o protetor auricular, visa a proteção da orelha do trabalhador contra o agente físico ruído. Segundo Ciote et al. (2005), o protetor auricular pode ser introduzido no canal interno do ouvido, ou colocado de forma externa, com a finalidade de ser uma barreira física em obstáculo ao ruído. Estes equipamentos devem reduzir a incidência do ruído em valores inferiores à 80 dB(A).

Ao determinar qual protetor auricular escolher, ou na seleção de qualquer outro EPI, o empregador deverá levar em consideração fatores como: nível de ruído existente no local, qualidade do EPI, tipo de atividade exercida, durabilidade, aceitação pelos trabalhadores, fator de proteção, eficácia requerida, dentre outros. Por exemplo, em um ambiente onde a atividade envolve óleos e graxas e ou apresenta muita poeira não se recomenda o uso de protetor de inserção, pois exige cuidadosa higienização para não haver infecção no ouvido. Já em locais muito quentes, o tipo circum-auricular é desconfortável. Ao utilizar o protetor com ajuste inadequado, reduz-se sensivelmente sua atenuação (SALIBA, 2017).

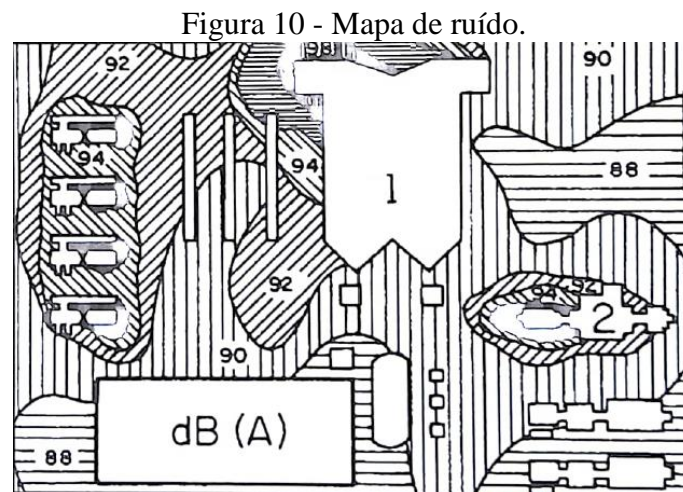
Stadler et al. (2016), investigando e associando a percepção de dificuldade auditiva de agricultores através de questionários perceberam que a maioria dos trabalhadores que faziam uso de equipamentos ruidosos e que tinham contato com agrotóxico, utilizavam equipamentos de proteção individual. Contudo, notou-se que não houve relação entre o relato de orientação sobre os riscos audiológicos advindos da prática agrícola com os instrumentos ruidosos utilizados e o uso dos equipamentos de proteção individual, chegando-se a conclusão que são necessárias medidas que promovam capacitação e conhecimento destes agricultores.

2.10 Mapa de ruído

Segundo Scariot et al. (2012) mapas de ruído proporcionam visualização ampliada, entendimento da intensidade, distribuição e espalhamento do ruído em

determinada área. Com a sobreposição dos mapas de ruído à imagem aérea ortorreferenciada, correlaciona-se o comportamento espacial do som à existência de barreiras naturais e artificiais, além de conhecer os pontos mais críticos e identificar as fontes de ruído.

A preparação de um mapa de ruído (FIGURA 10) é um dos primeiros passos na elaboração de um projeto de redução de ruído. Primeiramente faz-se um esboço, mostrando a posição das máquinas e equipamentos, processos, operações e outros itens de interesse, em que são adicionados níveis de pressão global em dB(A), aferidos em posições representativas da área em que se pretende estudar. Ao desenhar o mapa usando geotecnologia, faz-se a conexão entre pontos de iguais níveis, tendo melhor visualização dos modos de distribuição do ruído. Com o levantamento, é possível tomar as providências mais pontuais para proteção dos trabalhadores. Pode se utilizar cores mais realçadas para indicar as áreas mais ruidosas onde faz-se necessário o uso de protetores auriculares, caso outras medidas de mitigação não sejam tomadas (GERGES, 2000).



Fonte: Gerges (2000).

O uso de geotecnologia dá suporte à confecção de mapas sonoros, por meio de imagens aéreas, Sistemas de Informação Geográfica e demais ferramentas e tecnologias geoestatísticas disponíveis para manipulação de dados geográficos.

Ao desenhar o mapa utilizando interpolação, busca-se destacar as regiões com máximos níveis de ruído, assim tem-se o resultado sob a forma de linhas isofônicas e ou manchas coloridas, demonstrando as áreas em que o ruído se encontra em determinada escala de valores (SANTOS; VALÉRIO, 2004). Os mapas de ruído da unidade de rebeneficiamento são ferramentas para identificação da distribuição do ruído pela área construída. Para elaboração dos mapas de ruído industrial, faz-se uso do auxílio de modelagem computacional que

possibilita a identificação do alcance dos níveis de ruído dentro da unidade, a fim de atender a certificação ambiental, além de definir plano de ação de redução do ruído (SANTOS; VALÉRIO, 2004).

Diversos estudos mostraram que o mapeamento de ruído é estratégia ideal para mitigação dos níveis de ruído. Kim et al. (2008), usaram da técnica para prever a distribuição do ruído no canteiro de obras e também do tráfego rodoviário da Coreia, durante e após a obra. Os autores observaram que os mapas de ruído podem ser usados como meio de mitigação do ruído no momento da construção dos projetos e após, para moderar o ruído emitido pelo tráfego rodoviário em áreas urbanas.

Brito (2017), fez estudos a fim de avaliar a contribuição dos mapas acústicos como ferramenta do planejamento urbano visando à melhoria da paisagem sonora das cidades. O trabalho foi desenvolvido em Campos do Jordão, devido haver conflito de interesses nas atividades entre os moradores locais e turistas que procuram descanso e os que procuram entretenimento. Entendeu-se que com o mapa de ruído é possível melhorar o planejamento das cidades, realizando a mudança de tráfego, diminuindo a circulação de veículos nas áreas residenciais, indicando recuo adequado entre vias de tráfego e as edificações e indicou que com os mapas é possível simular melhores áreas para indústrias e atividades de entretenimento. Além dos mapas acústicos servirem de ferramenta ao planejamento urbano, a partir deles é possível constatar a desvalorização imobiliária de edificações próximas às zonas de ruído, pois a população busca por locais residenciais que garantam conforto acústico (LOWICKI; PIOTROWSKA, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas propriedades e um armazém. Fazenda 1 no município de Lavras-MG e Fazenda 2 no município de Nazareno-MG, com área de produção de 460 e 250 ha, respectivamente. E em um armazém com área total de 5.400 m². Tanto as fazendas, quanto o armazém possui os processos e etapas convencionais da pós-colheita do café.

Na imagem aérea da Fazenda 1 (FIGURA 11) encontra-se a área de pós-colheita do café contando com processamento, terreiros secadores, galpão dos secadores mecânicos e beneficiamento. Assim, trata-se de uma fazenda que contém completa estrutura de pós-colheita. Na Figura 12 tem a imagem aérea da Fazenda 2, possuindo terreiros secadores, galpão de secadores mecânicos e beneficiamento.

Figura 11 - Imagem aérea da área de pós-colheita do café da Fazenda 1 no município de Lavras-MG.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

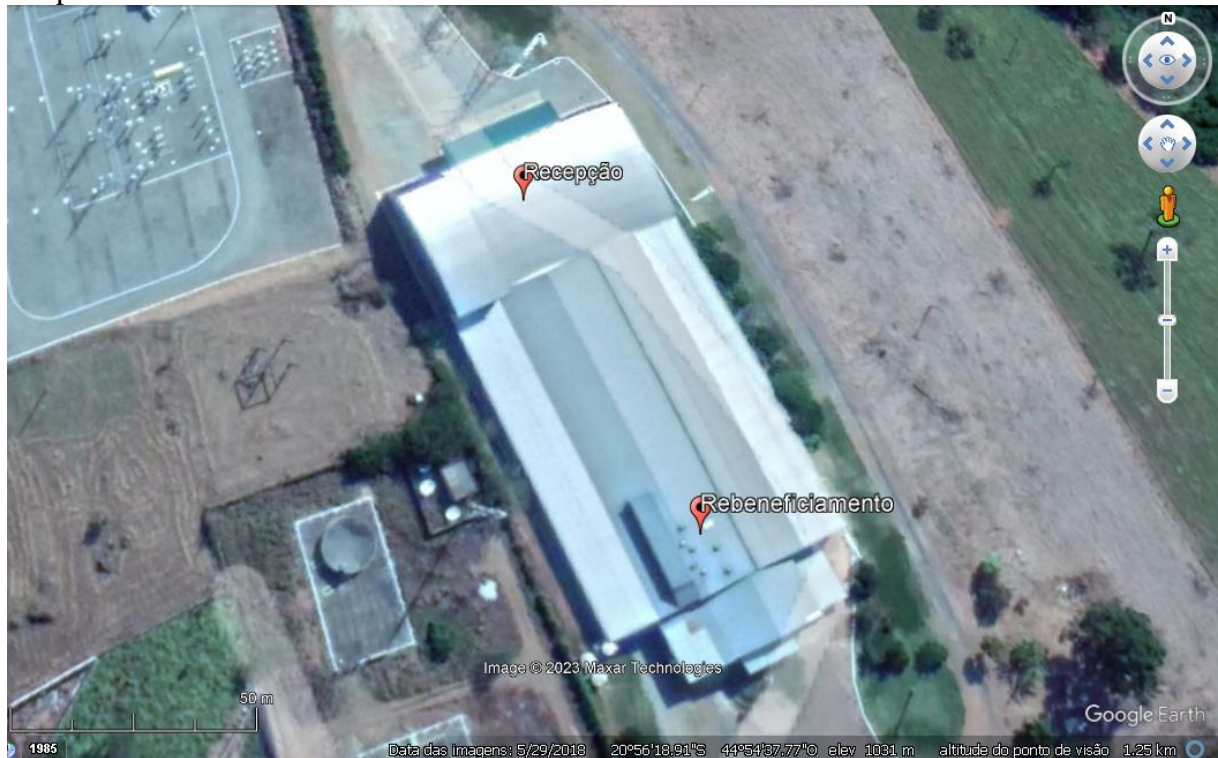
Figura 12 - Imagem aérea da área de pós-colheita do café da Fazenda 2 no município de Nazareno-MG.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

Por meio da Figura 13 observa-se a vista aérea do galpão de armazenamento. Foram coletados pontos de ruído na área da recepção e na área de rebeneficiamento.

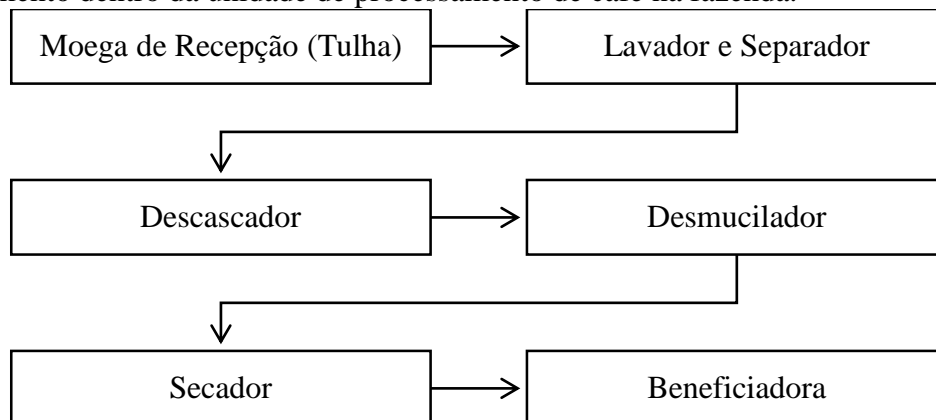
Figura 13 - Galpão de rebeneficiamento e armazenamento de café em Santo Antônio do Amparo-MG.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro (2023).

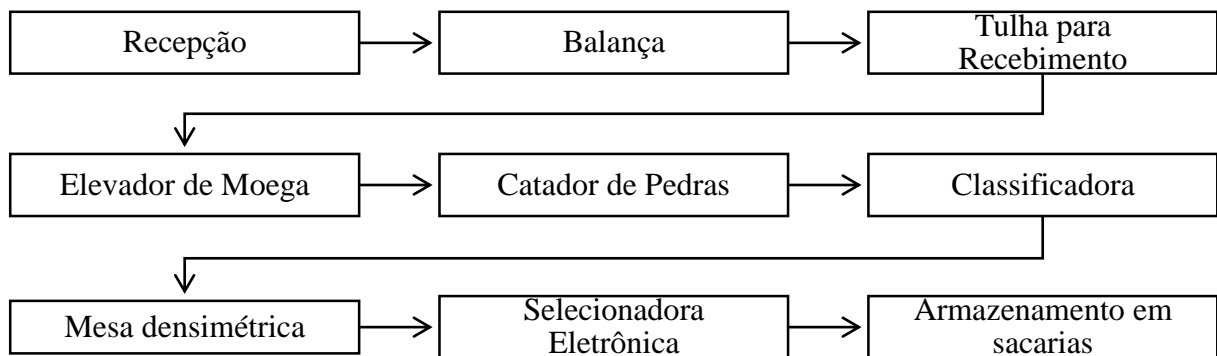
Na fazenda as etapas pós-colheita são compostas pela lavagem, processamento, secagem e beneficiamento do café (FIGURA 14). No armazém ocorre o rebeneficiamento e armazenagem (FIGURA 15). Toda a estrutura funciona ao mesmo tempo, pois o café segue fluxo contínuo, gerando ruído a partir dos diferentes equipamentos.

Figura 14 - Fluxograma das etapas em que os grãos de café passam desde a moega até o beneficiamento dentro da unidade de processamento de café na fazenda.



Fonte: Do autor (2023).

Figura 15 - Fluxograma das etapas em que os grãos de café passam desde a recepção até o armazenamento dentro da unidade de rebeneficiamento e armazenamento de café.



Fonte: Do autor (2023).

Para realização do trabalho foram feitas visitas às fazendas e à unidade de rebeneficiamento e armazenamento a fim de conhecer o posicionamento, *layout* do espaço de trabalho e funcionamento, para verificação dos pontos de coleta de ruídos mais representativos das áreas.

As avaliações compreenderam a medição do ruído contínuo e intermitente nos ambientes que se encontram os equipamentos de processamento, secagem e beneficiamento nas fazendas. Como também nos ambientes que se encontram os equipamentos de rebeneficiamento nas unidades industriais dos armazéns, ou seja, nos postos de trabalho. O procedimento foi realizado para identificar o comportamento do agente ocupacional físico ruído emitido pelos equipamentos presentes nestas áreas.

Na Fazenda 1 foram avaliados três ambientes: lavador/processamento, secagem mecânica e beneficiamento. Já na Fazenda 2, dois ambientes: secagem e beneficiamento. Optou-se assim, pois os tipos de processamento do café são distintos nessas duas fazendas, de modo abranger diferentes possibilidades de processamentos que acontecem na prática. Em todos os ambientes a coleta dos níveis de ruído foi realizada com todos equipamentos em funcionamento normal, com a presença constante de fluxo de café.

As áreas de interesse dentro dos galpões foram demarcadas com pontos equidistantes, de 4 em 4 m de distância, formando assim uma malha, para precisa confecção dos mapas de ruído. Esses pontos foram precisamente demarcados no chão. A malha foi determinada de acordo com o posicionamento do galpão, após ter sido feito reconhecimento do espaço, do posicionamento e dimensões das máquinas definindo-se o distanciamento de 4 em 4 m, formando assim a malha de coleta.

Com a demarcação da malha realizada, em cada um dos pontos demarcados foi posicionado o medidor NPS, mantendo-se a altura padrão de 1,64 m de altura em relação à superfície do piso, respeitando-se a medida antropométrica da zona visual do trabalhador de acordo com resultados relatados por Schlosser et al. (2002) e Lopes et al. (2013). O microfone do medidor foi mantido na altura estabelecida, obedecendo a zona auditiva do trabalhador, região do espaço delimitada por um raio de $150 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$, medido a partir da entrada do canal auditivo (FUNDACENTRO, 2001). A altura de medição estabelecida neste trabalho também leva em consideração a altura média da zona auditiva de trabalhadores rurais no Brasil, além de considerar a margem da zona auditiva.

As leituras foram realizadas no horário comercial, com aferição do ruído no ambiente de trabalho rotineiro, em que todos os equipamentos se encontravam em funcionamento.

As coletas dos níveis de ruído contínuo e intermitente foram realizadas por intermédio de um medidor de Nível de Pressão Sonora (NPS), marca Instrutherm® (ANEXO A), calibrado eletromecanicamente com certificado da Rede Brasileira de Calibração (RBC) e aferição de campo, por meio do calibrador eletroacústico marca Instrutherm®, modelo CAL-5000 (ANEXO B), com níveis de pressão sonora de saída de 94 e 114 dB, configurado em circuito de resposta lenta (*Slow*) e curva de equalização “A”. As medições foram expressas em dB(A), com utilização de protetor de ventos e a coleta de dados foi realizada na altura média do ouvido do trabalhador. O medidor de nível de pressão sonora foi posicionado sobre cada um dos pontos da malha demarcada.

Ao utilizar o medidor de leitura instantânea, as recomendações da NHO-01 (FUNDACENTRO, 2001) foram atendidas: realizando-se ajustes de calibração, com base nas instruções do manual do equipamento. O microfone do medidor foi posicionado na altura da zona auditiva do trabalhador. Foram realizadas 3 leituras sequenciais, realizadas com intervalo fixo máximo de 15 segundos em cada repetição, permanecendo assim em cada ponto de coleta por volta de 1 min, o que contabiliza o tempo de medição e anotação dos dados. Cada um dos valores de leitura foi correspondente aos valores mais próximos, dentro de intervalos de 0,5 dB. O nível médio representativo de cada um dos pontos foi determinado pela expressão matemática apresentada (EQUAÇÃO 2):

$$NM = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(n_1 \times 10^{0,1NPS1} + n_2 \times 10^{0,1NPS2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NPSi} + \dots + n_n \times 10^{0,1NPSn} \right) \right] \quad (2)$$

em que:

NM: nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado;

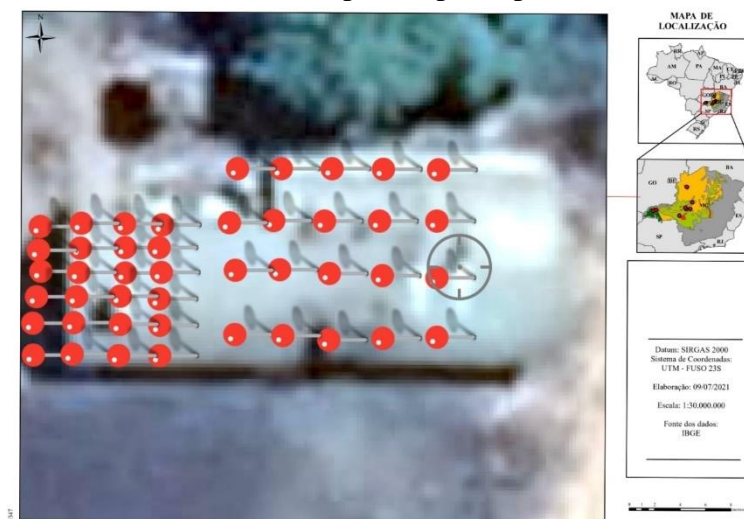
ni: número de leituras obtidas para um mesmo nível assumido – NPSi;

n: número total de leituras [devem ser incluídas as leituras de valores abaixo de 80 dB(A)];

NPSi: iésimo nível de pressão sonora assumido, em dB(A) [não devem ser incluídos os níveis de pressão sonora inferiores a 80 dB(A)].

Também foi coletado o posicionamento geográfico de cada ponto, com o uso de GPS portátil. Os pontos foram identificados por GPS e já demarcados em mapa por meio do aplicativo AvenzaMaps® (FIGURA 16). Com os dados de ruído e posicionamento é possível a geração dos mapas de ruído em cada uma das plantas baixas.

Figura 16 - Posicionamento dos pontos pelo aplicativo AvenzaMaps®.



Fonte: Do autor (2023).

Para melhor interpretação dos dados numéricos coletados de NPS, foi feita a conversão em escala de cores (FIGURA 17). Os menores valores em dB foram representados em verde escuro (65-70 dB(A)) e os valores mais altos foram representados em vermelho (95-100 dB(A)).

Figura 17 - Escala colorimétrica representando os níveis médios de ruído nos mapas das instalações de pós-colheita do café.



Fonte: Do autor (2023).

Para criação dos mapas de ruído a partir dos pontos que foram coletados em campo, foram gerados dados em KML e utilizando-se o programa ArcGIS Pro transformou estes dados de KML para *shapefile*. O polígono das instalações foi criado, onde foi desenhado o galpão, bem como as máquinas e equipamentos pertencentes a estes. Todo o *layout* foi desenhado e colocado na mesma projeção. A projeção utilizada foi a WGS 1984 UTM Zone 23S. Foi gerada a krigagem ordinária, modelo esférico e recortada no formato de interesse para o mapa. Também foi adaptada a escala de cores e simbologias do mapa. Foi inserido ao mapa os arquivos *shapefile* do IBGE do Brasil e de cada um dos municípios de Minas Gerais correspondentes. Por fim, executada a criação dos mapas.

Foram realizadas três coletas por ponto amostrado (3 repetições por ponto amostrado). A estatística é descritiva, pois os decibéis são logarítmicos. O nível médio representativo de cada um dos pontos foi determinado pela Equação 2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

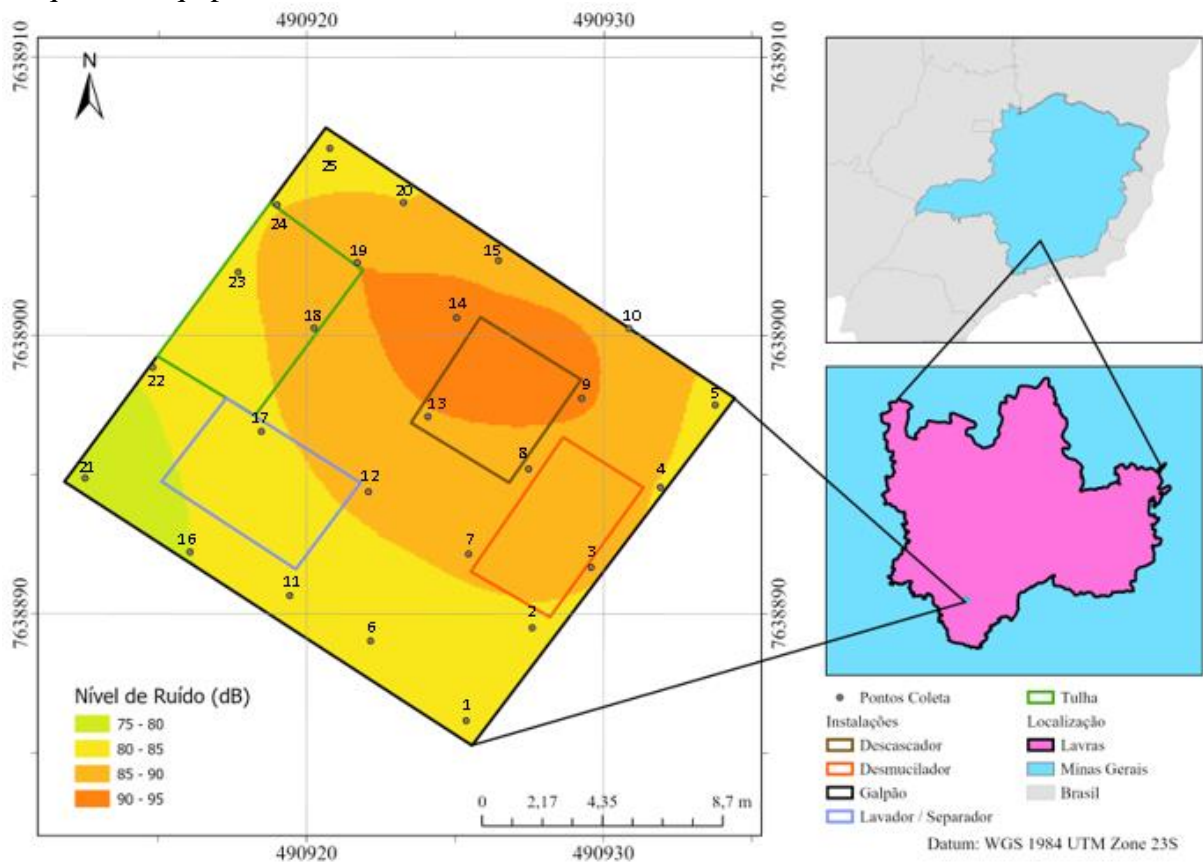
4.1 Mapas de ruído

A criação dos mapas de ruído relativos aos diferentes ambientes de pós-colheita do café possibilitou entender o comportamento do agente ocupacional físico ruído, em que realizou a identificação dos equipamentos mais e menos ruidosos.

Locais em tons de verde e na cor amarela são seguros à movimentação de trabalhadores em turnos de trabalho de até 8 horas diárias, contudo, salienta-se a importância de haver atenção para os níveis de ação, buscando medidas preventivas e corretivas visando a redução da dose diária.

Criou-se o mapa de ruído do galpão de processamento para a Fazenda 1 (FIGURA 18).

Figura 18 - Mapa de ruído do galpão de processamento sobre planta baixa com *layout* das máquinas e equipamentos na Fazenda 1, Lavras –MG.



Fonte: Do autor (2023).

Por meio da Figura 18 observa-se o mapa de ruído do galpão de processamento de café. Neste e em todos os outros mapas desenhou-se o *layout* do ambiente de pós-colheita, em que

os equipamentos foram representados por retângulos referenciados na legenda em cores distintas. Assim como neste mapa, além dos principais equipamentos das etapas do processamento, os quais estão desenhados, existem outros secundários que fazem o armazenamento do produto, como silos e tulhas, e também aqueles que interligam, permitindo o fluxo do produto.

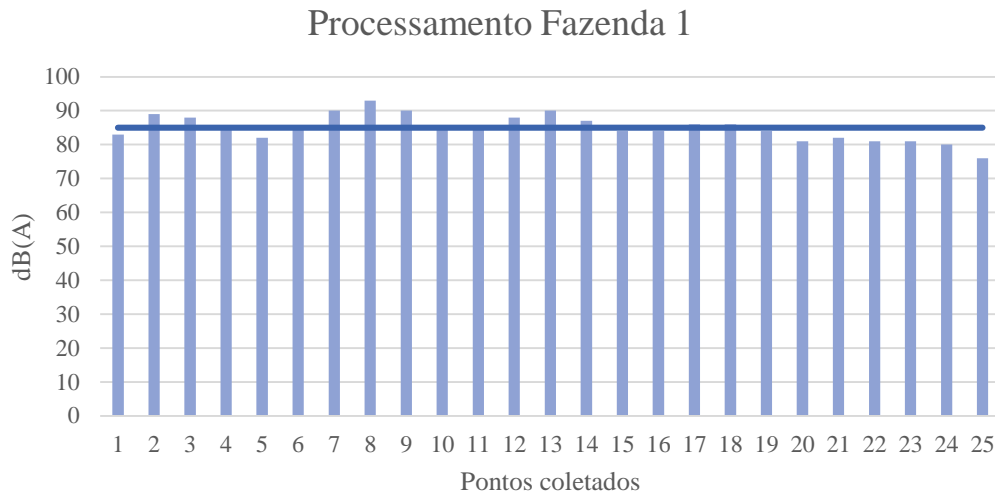
Na Tabela 1 estão as médias de ruído coletadas nos pontos no ambiente de processamento da Fazenda 1, além do gráfico que melhor caracteriza os pontos (FIGURA 19).

Tabela 1 – Média dos dados de ruídos coletados no ambiente de processamento da Fazenda 1.

Processamento	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
1	83
2	89
3	88
4	85
5	82
6	85
7	90
8	93
9	90
10	85
11	85
12	88
13	90
14	87
15	84
16	84
17	86
18	86
19	84
20	81
21	82
22	81
23	81
24	80
25	76

Fonte: Do autor (2023).

Figura 19 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de processamento da Fazenda 1.



Fonte: Do autor (2023).

Foi demonstrado no mapa da Fazenda 1 (FIGURA 18) os principais equipamentos utilizados no processamento, sendo que as regiões que mostram médias mais elevadas de ruído são aquelas onde se encontra o descascador e o desmucilador. Na região com alto nível de ruído, cor laranja escuro, acima de 90 dB(A), encontra-se o desmucilador. Percebe-se que o alto nível de ruído provém principalmente do motor deste equipamento. Cunha e Teodoro (2006), realizaram a avaliação dos níveis de ruído em derriçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café e encontraram níveis altos de ruído junto ao ouvido do operador, ao realizar aceleração máxima obteve-se os valores de 104,6; 100,7 e 102,2 dB(A). No trabalho relacionou-se a emissão de ruído à potência dos motores, de modo que os níveis mais elevados de ruído foram encontrados no derriçador com maior potência de motor, mostrando relação direta entre esses dois fatores.

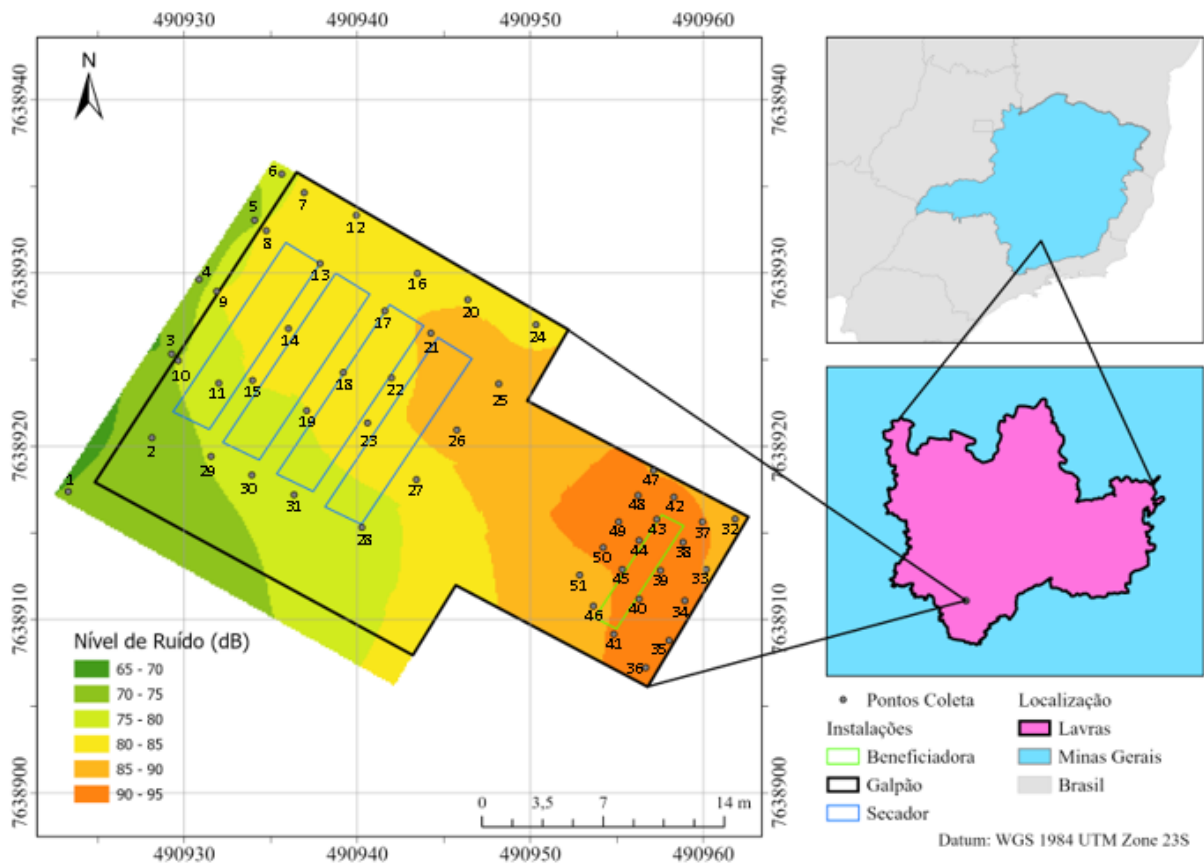
As máximas médias de 93 e 90 dB(A), nos pontos de coleta 8 e 9 (TABELA 1) estão na região do desmucilador, enquanto que as menores médias estão próximo à tulha, equipamento utilizado para recebimento da carga de café. Assim, percebe-se uma diferença de 17 dB(A) dos pontos de médias mais elevadas para os menos elevadas. Além destes níveis expandirem eles se potencializam com os outros gerados por meio do descascador e lavador, dando origem a área circular com níveis de ruído entre 85 e 93 dB(A), os quais estão acima daqueles permitidos na NR-15 (BRASIL, 2022). O que é demonstrado por meio do gráfico de barras (FIGURA 19), além deste gráfico, foram feitos outros para os demais ambientes (FIGURAS 21, 22, 24, 25, 28 e 29), em que é possível observar os pontos de coleta de ruído com médias em níveis mais e

menos elevados, também foi feita uma linha limite no eixo y posicionada em 85 dB(A) para realçar os pontos que ultrapassam essa marca.

Recomenda-se que o trabalhador evite a circulação próxima ao desmucilador e descascador, principalmente ao desmucilador. Mas se ainda assim precisar acessar o equipamento, que seja realizado no máximo por 2 horas e 40 minutos diários, já que os níveis de ruído ali atingem até 93 dB(A), contudo, sempre recomenda-se uso de atenuadores. Essas faixas de valores de tempo têm por referência o limite de tolerância da NR-15 (BRASIL, 2022). Para acesso aos demais equipamentos, como tulha e lavador, é preferencial que seja realizado pelo lado esquerdo na figura, evitando as áreas mais ruidosas.

Em sequência no fluxograma da pós-colheita, o café segue para o terreiro secador e ou secadores mecânicos. Nota-se na Figura 20 o mapa de ruído obtido pelo funcionamento do conjunto de secadores mecânicos e beneficiadora sobre planta baixa no galpão de secagem. Nas Tabelas 2 e 3 estão os resultados das médias de ruído do ambiente de secagem e beneficiamento da Fazenda 1, seguidas pelos gráficos dos respectivos ambientes (FIGURA 21 e 22).

Figura 20 - Mapa de ruído do galpão de secagem e beneficiamento sobre planta baixa com *layout* das máquinas e equipamentos na Fazenda 1, Lavras –MG.



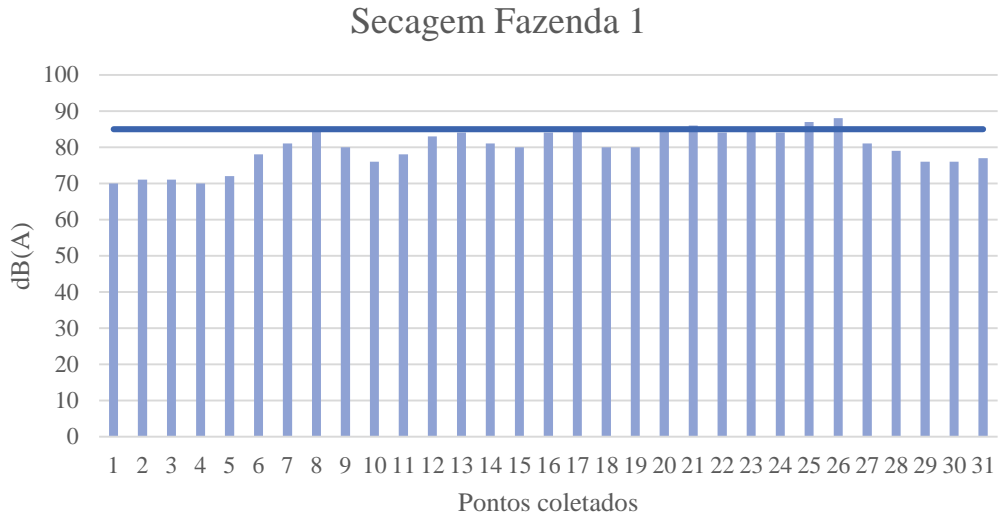
Fonte: Do autor (2023).

Tabela 2 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 1.

Secagem	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
1	70
2	71
3	71
4	70
5	72
6	78
7	81
8	85
9	80
10	76
11	78
12	83
13	84
14	81
15	80
16	84
17	85
18	80
19	80
20	85
21	86
22	84
23	85
24	84
25	87
26	88
27	81
28	79
29	76
30	76
31	77

Fonte: Do autor (2023).

Figura 21 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 1.



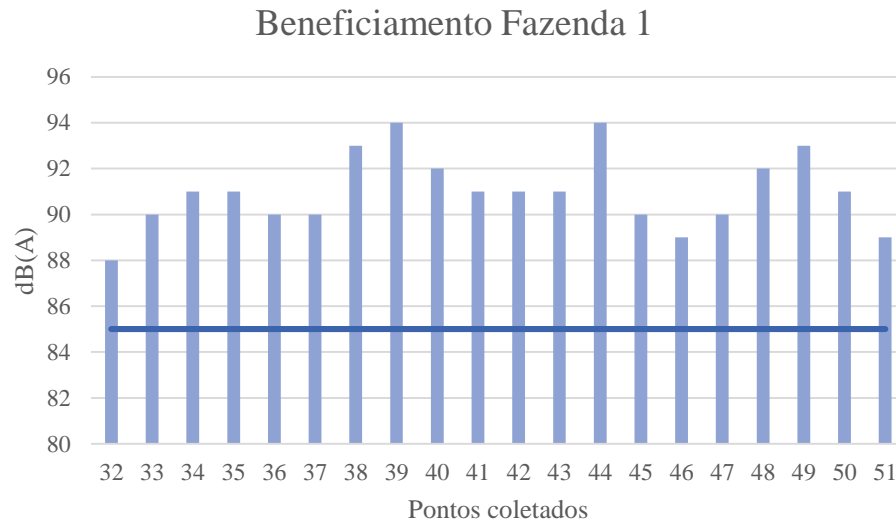
Fonte: Do autor (2023).

Tabela 3 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 1.

Beneficiamento	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
32	88
33	90
34	91
35	91
36	90
37	90
38	93
39	94
40	92
41	91
42	91
43	91
44	94
45	90
46	89
47	90
48	92
49	93
50	91
51	89

Fonte: Do autor (2023).

Figura 22 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 1.



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 20 encontra-se o mapa de ruído do galpão de secagem e beneficiamento. Na região esquerda do mapa encontram-se os secadores, representados por quatro retângulos azuis. Em suas extremidades superiores possuem fornalhas movidas à lenha (pontos 7, 8, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 24 e 25 da TABELA 2) com médias de ruído entre 81 e 87 dB(A), sendo que estas partes dos secadores apresentam maiores emissões de ruído, que somado ao ruído vindo da região do beneficiamento, percebe-se a cor amarela de forma predominante.

É notável que as médias de ruído mais elevadas se encontram na região da máquina de beneficiamento, que vão de 88 a 94 dB(A) na Fazenda 1, o que é frequente nas instalações de pós-colheita do café instaladas nas fazendas. Na região mediana, localizada entre os secadores e a beneficiadora os pontos não foram coletados devido ao acesso restrito, pois encontra-se a tulha, a qual ocupa grande volume, quando cheia a massa de grãos chega próxima ao telhado do galpão e é onde o café permanece “descansando” para homogeneização do teor de água dentro dos grãos após a secagem antes de seguir para o beneficiamento.

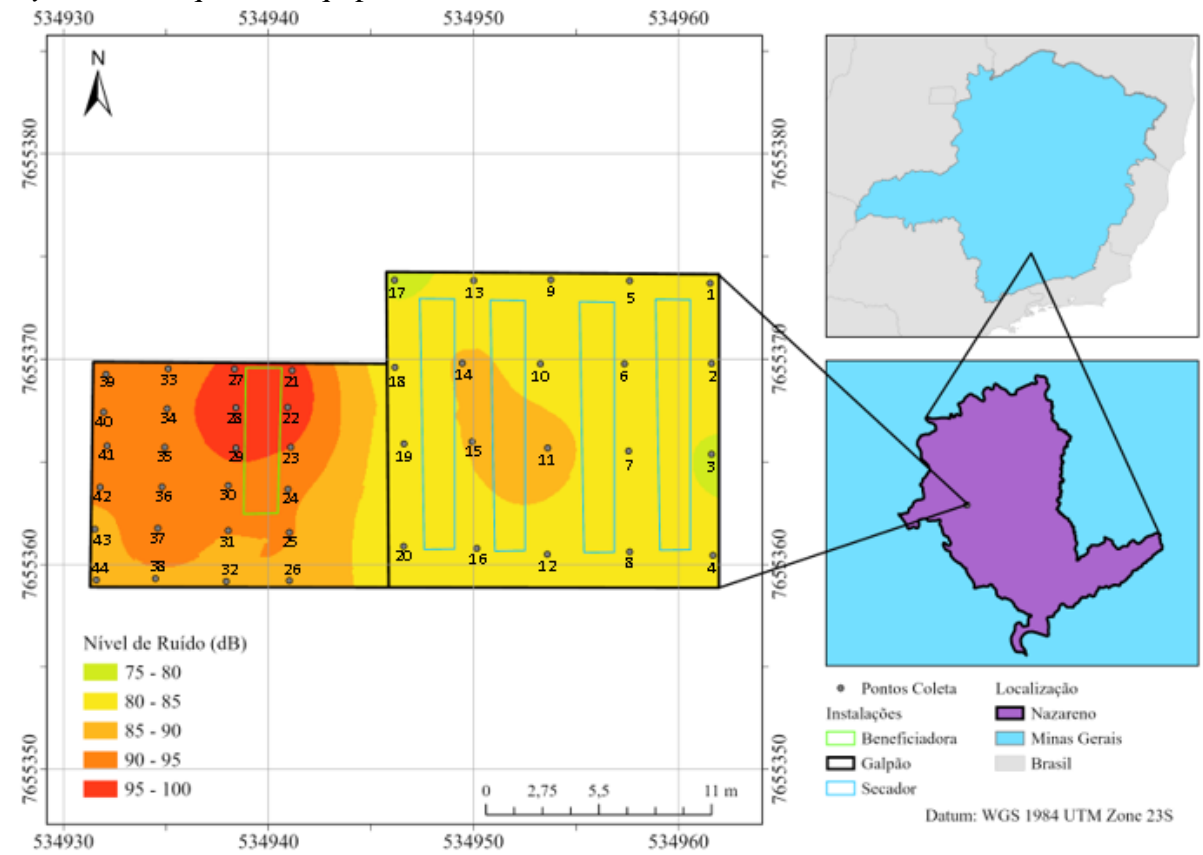
Entre os ambientes dos secadores e da beneficiadora o ideal é que seja construída parede para separação dos mesmos, a qual é uma medida de engenharia, eficiente no controle à exposição aos riscos ambientais. Então, até que seja construída, recomenda-se a circulação dos trabalhadores pelos lados mais à esquerda na figura, o que pode ser sinalizado no chão do galpão, evitando-se transitar próximo à tulha.

Na região em amarelo no mapa, as leituras vão até 85 dB(A), de modo que o trabalhador pode permanecer por até 8 horas diárias. Sabe-se que neste local encontram-se as fornalhas dos

secadores, que devem ser abastecidas periodicamente, a depender do combustível, que pode ser madeira, palha de café, ou mesmo automatizadas. Quando forem manuais, recomenda-se realizar uma escala para que a permanência total do trabalhador seja no máximo 8 horas diárias. Já na região da beneficiadora o tempo de permanência será de no máximo 2 horas diárias, por trabalhador, podendo haver rodízio entre aqueles que trabalham nestas áreas, considerando-se os valores referentes ao limite de tolerância da NR-15 (BRASIL, 2022).

Na Fazenda 2 foram analisados o galpão de secagem e beneficiamento e por fim criado o mapa de ruído destes ambientes (FIGURA 23). Nas Tabelas 4 e 5 estão os dados coletados, além dos gráficos representativos (FIGURA 24 e 25).

Figura 23 - Mapa de ruído do galpão de secagem e beneficiamento sobre planta baixa com *layout* das máquinas e equipamentos na Fazenda 2, Nazareno –MG.



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 23 está o mapa de ruído do galpão de secagem e beneficiamento da Fazenda 2. À esquerda encontra-se a beneficiadora, representada por um retângulo verde, à direita estão 4 secadores, representados por retângulos azuis. Na região dos secadores há predominância de ruído na faixa entre 80 e 85 dB(A), de modo que o trabalhador que faz turno de 8 horas diárias pode circular na região, contudo, mesmo sendo valores permitidos de acordo com a NR-15

(BRASIL, 2022), é importante ressaltar o uso de protetores auriculares, visto que nesta faixa de ruído a exposição de 8 horas diárias já se faz necessário atentar para o nível de ação, pois de acordo com a NHO 01 da Fundacentro (BRASIL, 2001), valores entre 84 e 85 dB(A) estão em uma região de incerteza sendo a recomendação a adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da dose diária.

Na Fazenda 2 o ambiente de secagem mostrou médias uniformes ao longo dos secadores, não diferindo em valores as extremidades em que se encontram as fornalhas da outra extremidade em que se encontram os cilindros de secagem. Nesta fazenda o combustível utilizado pelas fornalhas é a própria casca do café já seca, ao passo que na Fazenda 1 utiliza-se lenha, inferindo assim que o uso de casca de café como combustível é vantajoso em relação à lenha tanto como agente ocupacional e também em relação à sustentabilidade da fazenda. Entretanto estudos mais detalhados precisam ser feitos.

A região da beneficiadora, retângulo verde, demonstra dose elevada de ruído, que alcançam médias de 99 dB(A). O ruído se propaga pela região de modo que em toda área faz-se uso obrigatório de protetores auriculares de modo imediato e deve-se de forma urgente buscar por correções na fonte e trajetória. A tulha está localizada na região intermediária, onde não há coleta de dados. Observa-se que a parede entre a região da tulha e dos secadores atua bloqueando a propagação do ruído, funcionando adequadamente como uma barreira, contrariamente ao galpão da Figura 20 da Fazenda 1, em que o ruído extrapola a região onde foi gerado. A partir dos estudos realizados por Brito (2017) na cidade de Campos do Jordão - SP, em um dos mapas acústicos produzidos é possível observar a elevada energia sonora gerada pelas apresentações musicais na Praça do Capivari e os edifícios que circundam a praça funcionando como barreira acústica para a parte residencial do bairro, caso contrário o desconforto sentido pelos moradores seria muito maior. O que confirma o uso de paredes como barreiras acústicas, sejam elas construídas com esse intuito ou não.

Ao contrário do ar que se propaga ao ar livre, quando em ambiente fechado é refletido pelas superfícies componentes do galpão, de modo que o som percebido pelo ouvido é resultado da superposição da onda sonora direta e da refletida pela superfície. Ademais, o nível sonoro das ondas refletidas é equivalente à energia sonora que não foi absorvida pelo material da superfície (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA, 2006).

Nesta fazenda pode haver maior movimentação na área dos secadores, visto que a predominância dos níveis de ruído encontram-se entre 80 e 85 dB(A). Devido à parede que faz a separação das regiões, o ruído de um ambiente não flui para o outro. Já, na região em que se

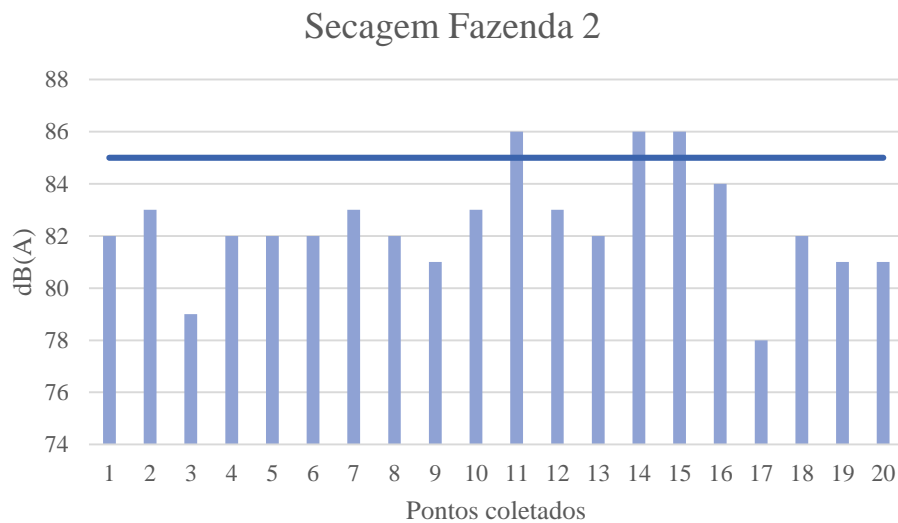
encontra a beneficiadora, os valores alcançam 99 dB(A), tornando crítica a movimentação dos trabalhadores, sendo necessário medidas imediatas de correção e proteção.

Tabela 4 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 2.

Secagem	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
1	82
2	83
3	79
4	82
5	82
6	82
7	83
8	82
9	81
10	83
11	86
12	83
13	82
14	86
15	86
16	84
17	78
18	82
19	81
20	81

Fonte: Do autor (2023).

Figura 24 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de secagem da Fazenda 2.



Fonte: Do autor (2023).

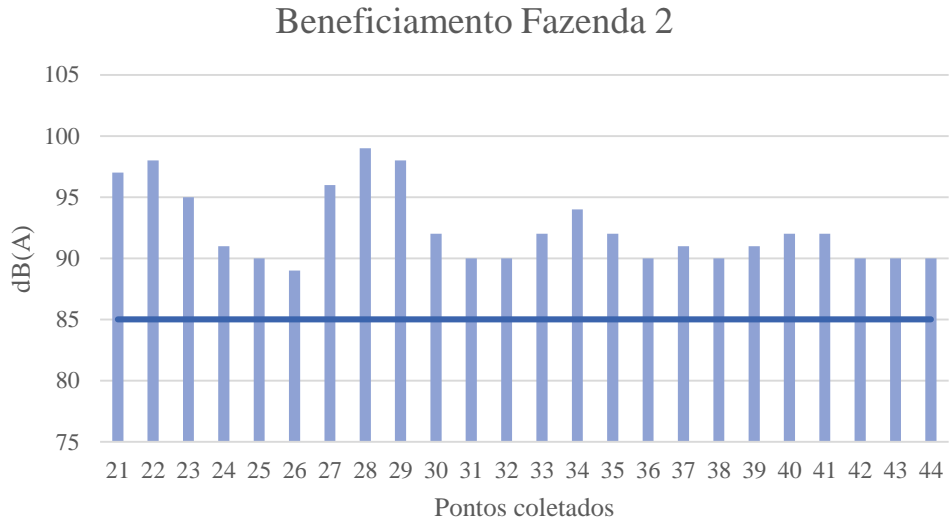
Tabela 5 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 2.

Beneficiamento	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
21	97
22	98
23	95
24	91
25	90
26	89
27	96
28	99
29	98
30	92
31	90
32	90
33	92
34	94
35	92
36	90
37	91
38	90
39	91
40	92
41	92
42	90
43	90
44	90

Fonte: Do autor (2023).

Nos dados das Tabelas 2 e 4 é possível observar que não há grandes diferenças entre as médias de ruído do ambiente de secagem das Fazendas, contudo, os da Fazenda 1 são mais elevadas devido à não divisão entre setores de secagem e beneficiamento. Porém, as médias de ruído da região de beneficiamento da Fazenda 2 são superiores às da Fazenda 1 em torno de 3 dB(A), e as máximas dão diferença de até 5 dB(A), sendo necessário providenciar ainda mais urgentes (TABELA 3 e 5).

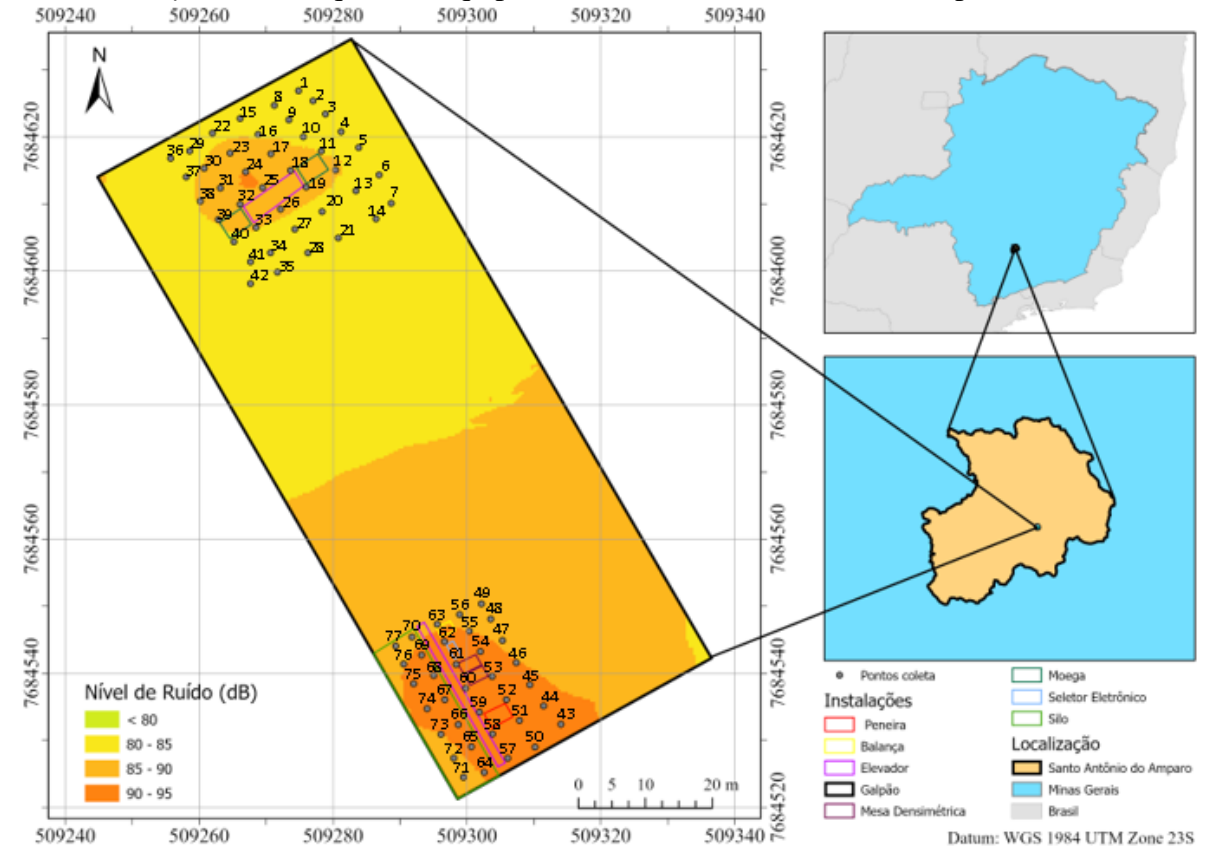
Figura 25 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de beneficiamento da Fazenda 2.



Fonte: Do autor (2023).

Para o galpão de rebeneficiamento e armazenamento foi gerado o mapa de ruído (FIGURA 26).

Figura 26 - Mapa de ruído do galpão de rebeneficiamento e armazenamento de café sobre planta baixa com *layout* das máquinas e equipamentos em Santo Antônio do Amparo – MG.



Fonte: Do autor (2023).

Devido ao rebeneficiamento ser uma etapa mais complexa, muitas vezes acontece em indústrias e ou cooperativas, ou seja, fora da fazenda. Esta etapa demanda máquinas e equipamentos mais tecnológicos e desenvolvidos, por isso há também maior geração de ruídos no ambiente laboral. No galpão da Figura 26 acontece a etapa de rebeneficiamento dos grãos de café. Os níveis de ruído foram coletados nos pontos demarcados no entorno das máquinas. Regiões sem coleta de pontos são usadas para armazenagem do café, que geralmente é realizado por meio de *big bags* (FIGURA 27), não permitindo assim acesso para coleta de pontos.

Figura 27 - Pilha de *big bags* para o armazenamento de grãos de café no armazém.



Fonte: Do autor (2023).

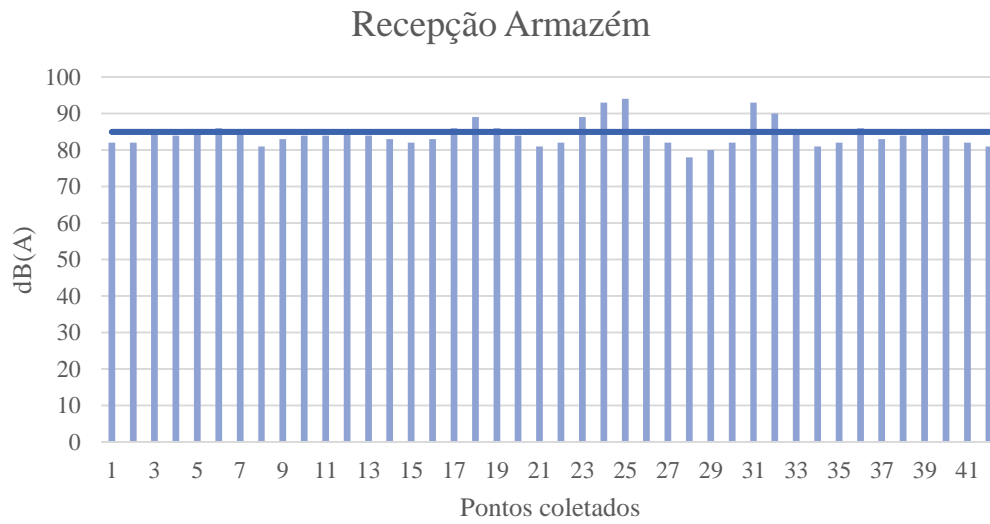
Nas Tabelas 6 e 7 estão os resultados de médias de ruído do ambiente de recepção e rebeneficiamento do armazém de café, seguidas pelos gráficos que as caracterizam (FIGURA 28 e 29).

Tabela 6 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de recepção do Armazém.

Recepção	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
1	82
2	82
3	85
4	84
5	85
6	86
7	85
8	81
9	83
10	84
11	84
12	85
13	84
14	83
15	82
16	83
17	86
18	89
19	86
20	84
21	81
22	82
23	89
24	93
25	94
26	84
27	82
28	78
29	80
30	82
31	93
32	90
33	85
34	81
35	82
36	86
37	83
38	84
39	85
40	84
41	82
42	81

Fonte: Do autor (2023).

Figura 28 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de recepção no armazém.



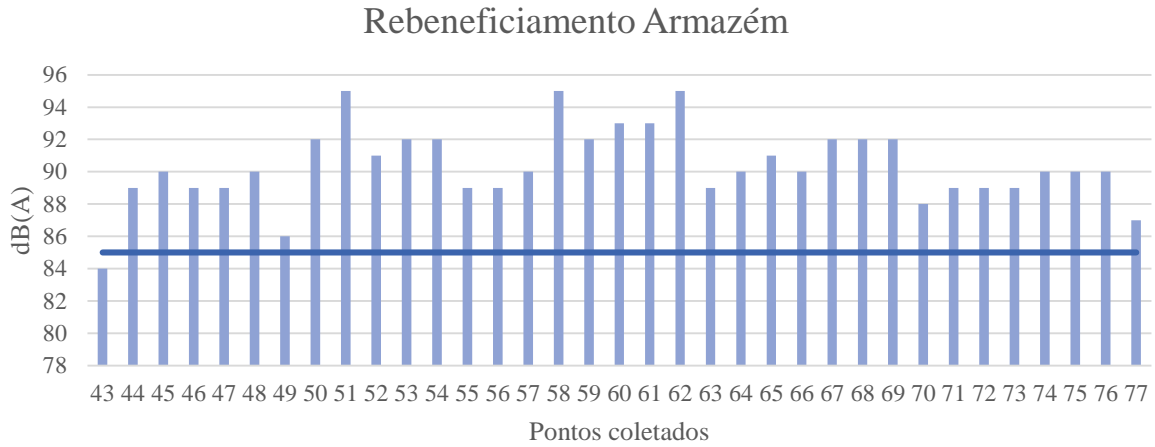
Fonte: Do autor (2023).

Tabela 7 – Médias dos dados de ruídos coletados no ambiente de rebeneficiamento do Armazém.

Rebeneficiamento	
Pontos coletados	Médias de ruído dB(A)
43	84
44	89
45	90
46	89
47	89
48	90
49	86
50	92
51	95
52	91
53	92
54	92
55	89
56	89
57	90
58	95
59	92
60	93
61	93
62	95
63	89
64	90
65	91
66	90
67	92
68	92
69	92
70	88
71	89
72	89
73	89
74	90
75	90
76	90
77	87

Fonte: Do autor (2023).

Figura 29 - Gráfico representativo dos dados de ruídos coletados no ambiente de rebeneficiamento do Armazém.



Fonte: Do autor (2023).

Na recepção, parte superior na Figura 26, os caminhões chegam carregados de café vindo da fazenda e fazem a descarga do produto na moega, desenhada em verde do lado esquerdo do elevador. Já o carregamento acontece na moega do lado direito, de onde o café já rebeneficiado vai para comercialização.

Na parte inferior da Figura 26 está a área de rebeneficiamento dos grãos de café. Assim como nas outras instalações, existe uma série de equipamentos que fazem as ligações do fluxograma entre equipamentos principais, sendo que os grãos de café passam primeiramente pela peneira (retângulo vermelho), mesas densimétricas (retângulos na cor uva) e seletora eletrônica (retângulo azul claro). Esta é seguramente uma área com notório ruído devido ao acúmulo de máquinas e equipamentos, além do fluxo de grãos que passa pelos mesmos. Os níveis de ruído chegam à 95 dB(A). A região correspondente a estes principais equipamentos (peneira, mesa densimétrica e seletora eletrônica) demanda urgentes providências. As médias mais altas estão próximas à peneira e seletora eletrônica. Toda região de rebeneficiamento apresenta valores superiores ao máximo permitido sem protetor auricular.

Oliveira et al. (2016), realizando a avaliação das condições ambientais internas de quatro plantas de processamento de grãos de soja, operando com máquina de ar e peneira, mesa densimétrica e separador espiral obtiveram resultados em que os ruídos emitidos pelos equipamentos ultrapassaram o padrão de 85 dB(A) para a jornada de trabalho de 8 horas. Um dos separadores espirais foi o equipamento que obteve a maior emissão de ruído (96 dB(A)), o qual não possui nenhum tipo de dispositivo de redução do agente ocupacional. Ao se obter os valores da composição de todos os equipamentos trabalhando em conjunto, para cada uma das

unidades de processamento, obteve-se os valores máximos de 96; 98,05; 97,60 e 94,04 dB(A). Os autores sugeriram que melhorias sejam feitas tanto nas máquinas individualmente, quanto no sistema como um todo.

Analisando ao longo de todo armazém, existem regiões com maiores e menores níveis de ruído. Na região da recepção o ruído é gerado principalmente pelo carregamento e descarregamento, ruído proveniente dos caminhões e do impacto dos grãos nos silos. Os caminhões são fatores externos, pois são variados em seus modelos e anos de fabricação e não é responsabilidade do armazém a escolha destes, visto que são fretados pelos fazendeiros que vendem suas cargas. Contudo, é possível haver programa de incentivo para aquisição ou pelo menos manutenção dos caminhões, buscando diminuir o ruído e também a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, trazendo mitigações para o meio ambiente como um todo. Em relação ao impacto dos grãos ao serem descarregados, é possível o revestimento dos silos pulmões receptores com materiais que irão atenuar o impacto.

Na região do rebeneficiamento é coerente a implantação de cabine de controle para os trabalhadores, pois existem muitas máquinas de grande porte, o que torna mais viável a projeção de cabine do que enclausuramento das máquinas, assim como já acontece em algumas unidades. Em unidades maiores, com muitas linhas de produção, pode ser realizada construção de corredores acústicos, que farão a ligação entre a cabine e os locais das máquinas que precisam de frequente vistoria durante seu funcionamento.

Não existem muitos estudos voltados para a investigação dos níveis de ruído em ambiente de pós-colheita, porém diversos fizeram levantamento do ruído em ambientes urbanos, como Scariot et al. (2012) que fez uso de geotecnologias para elaboração de mapas de ruído, e mostrou o efeito do tráfego de veículos, em que os níveis de ruído gerais para carros são de 80 dB(A), caminhões e ônibus com valores de 90 dB(A) e até 101 dB(A) para motos em alta velocidade. Lopez e Souza (2020), estudaram os índices de poluição sonora LAeq e Lnp gerados pelo tráfego de veículos, ao longo de duas vias de pedestres. Monitoraram vinte e oito pontos, em duas rotas e ao final construíram mapa de ruído correspondente a cada rota estudada. O ruído do tráfego veicular em todos os pontos monitorados das Rotas 1 e 2, nos três períodos (manhã, meio do dia, e tarde), superam os limites críticos, limite considerado pelas autoridades locais (60 dB). Além disso, o ruído do tráfego veicular se intensifica nos períodos do meio-dia e da tarde, atingindo limites severos (maiores que 85 dB).

Na Tabela 8 estão os valores máximos, médios e mínimos de leitura de ruído de cada ambiente da pós-colheita de café, seguido pelo gráfico. E também o tempo máximo de

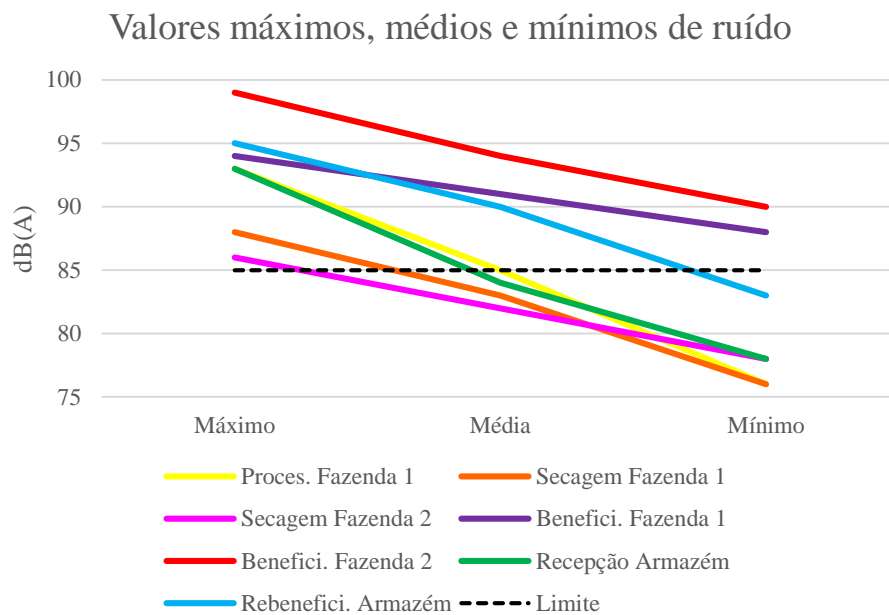
permanência do trabalhador em cada um desses ambientes de acordo com a NR-15, tendo por referência o limite de tolerância (BRASIL, 2022) (FIGURA 30).

Tabela 8 – Valores máximos, médios e mínimos nos ambientes de pós-colheita de café: processamento, secagem, beneficiamento, recepção e rebeneficiamento do café. E o tempo máximo de permanência em cada um desses ambientes.

Ruído dB(A)	Proces. Fazenda 1	Secagem Fazenda 1	Secagem Fazenda 2	Benefici. Fazenda 1	Benefici. Fazenda 2	Recepção Armazém	Rebenefici. Armazém
Máximo	93	88	86	94	99	93	95
Média	85	83	82	91	94	84	90
Mínimo	76	76	78	88	90	78	83
Tempo máximo permanência	2 h e 40 min	5 h	7 h	2 h e 15 min	1 h	2 h e 40 min	2 h

Fonte: Do autor (2023).

Figura 30 - Gráfico com os valores máximos, médios e mínimos de cada ambiente de pós-colheita do café.



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 30 observa-se que a Fazenda 2 apresenta o ambiente com as máximas leituras de ruído no ambiente de beneficiamento (99 dB(A)) e dentre as leituras máximas, a menor também está nesta mesma fazenda, no ambiente de secagem (86 dB(A)). O ambiente com maior diferença entre leituras máximas e mínimas foi o processamento (17 dB(A)), devido a variação de equipamentos com diferentes funcionalidades no mesmo.

Todos os ambientes ultrapassaram as máximas de 85 dB(A), de modo que é necessário buscar mitigações em todos eles. De forma geral, os ambientes com máximas leituras foram beneficiamento e rebeneficiamento, onde acontece a seleção e classificação de grãos de café e

são locais com diversas máquinas e equipamentos, já o ambiente de secagem com as menores leituras de ruído, onde encontram-se os secadores com suas fornalhas.

Ao comparar os níveis de ruído neste trabalho, com outras atividades voltadas para a agricultura, percebe-se ainda mais a urgência de providências e mitigações. Solano e Rodríguez (2020), analisando a exposição ocupacional ao ruído em agricultores da Zona Norte de Cartago, durante as operações com uso de tratores obtiveram níveis sonoros entre 54,8 e 75,4 dB(A). Ferraz et al. (2013), analisando a variabilidade espacial do ruído gerado por derrçadora portátil obteve os valores mínimo e máximo de 50,85 dB(A) e 103, 10 dB(A), respectivamente, de modo que o operador da derrçadora é o mais prejudicado.

4.2 Mitigações

Ademais ao mapa de ruído ou mesmo em complementação a partir da análise deste, busca-se por outras soluções. De acordo com Gerges (2000), nomeia-se Programa de Conservação da Audição as medidas de conservação da audição que devem ser aplicadas tão logo percebam-se o risco ruído em níveis prejudiciais ao trabalhador. Dentre os principais pontos estão: mapeamento de ruído; zonas de risco de ruído e avisos de alerta; controle de ruído; refúgios de ruído; rotatividade de função; especificação de ruído; proteção da audição; educação; audiometria, supervisão e treinamento.

Para que haja a preservação da saúde e segurança do trabalhador deve haver um esforço e programas de gestão da saúde e segurança dentro da empresa e fazenda. É necessário sério posicionamento e rotina quanto às ações preventivistas para que de fato deixe de acontecer acidentes graves nesses locais. As melhorias devem ser focadas nas máquinas, processos e rotinas de trabalho. E o controle do ruído deve ser mitigado priorizando-se: fonte, trajetória e trabalhador, além de atentar-se às medidas administrativas. Tais ações são consolidadas na literatura, contudo, neste trabalho, busca-se a adaptação ao ambiente de pós-colheita de café. E partir dos mapas obtidos, levantou-se algumas soluções possíveis para mitigação do ruído nestes ambientes.

Reforça-se também a recomendação que as medidas preventivas e mitigatórias devem ser iniciadas quando a dosagem está acima de 50 %, ou seja, o chamado nível de ação. De acordo com a NR-15 o nível de ação ocorre ao nível de exposição à 80 dB(A) para 8 horas de exposição (BRASIL, 2022) e segundo a NHO-01 (FUNDACENTRO, 2001) o nível de ação tem início em 82 dB(A), para a mesma exposição diária.

Eliminação do ruído na fonte

Para maior eficiência da eliminação do ruído na fonte, seja a fazenda, empresa ou cooperativa, deve-se ter uma gestão atenta com a saúde e segurança do trabalho, de modo que antes mesmo da implantação, o projeto seja pensado e desenvolvido para a mínima geração de ruído e outros riscos ocupacionais. Assim sendo, dentre os critérios de escolha das máquinas e equipamentos está a opção por aqueles menos ruidosos, mas que ainda mantêm a eficiência. A escolha do *layout* deve considerar o conforto acústico, organizando o posicionamento e quantidade de máquinas para esse objetivo. Também em relação ao *layout* há a possibilidade de colocar menos linhas de produção em um mesmo galpão, pois é possível separá-los e isolá-los com material acústico, sendo esse tipo de indicação voltado principalmente para o armazém, que pode ter mais de uma linha de produção.

Durante a fase de planejamento, além de escolher máquinas com menor emissão de ruído, deve-se atentar aos equipamentos que fazem a ligação do fluxo, como elevadores e correias que possibilitem quedas menos turbulentas, ou mesmo a adaptação de revestimento com materiais adsorventes, como emborrachados. O que além de minimizar a emissão de ruídos, também contribui com os grãos, evitando danos mecânicos, pois o grão quebrado se torna defeito no lote de café sendo prejudicial à torra homogênea, etapa importante na cadeia produtiva para obtenção de uma bebida de qualidade.

Mesmo em fazendas e armazéns que têm todas as máquinas instaladas e em funcionamento é possível realizar ações mais assertivas, como programa adequado de manutenções, em que é feita lubrificação, acompanhamento de desgaste com trocas preventivas entre outras ações que minimizam ruídos e outros agentes de risco. Além da observância de elementos de máquinas mais ruidosos que podem ser substituídos ou mesmo adaptados para contribuir com um ambiente mais confortável. Silvestrini et al. (2015), estudando a avaliação dos níveis de ruído de tratores agrícolas, perceberam que a variabilidade espacial do ruído teve um nível maior no modelo de trator mais antigo do que no mais novo, sendo mais prejudicial em relação ao distanciamento do trator. De modo que quando não há manutenções e trocas frequentes, as máquinas tendem a emitir níveis mais elevados de ruído.

Em ambas as fazendas foi identificado que a máquina de beneficiamento é a que gera níveis mais elevados de ruído. E ao observar em campo, o ventilador é uma das suas partes mais ruidosas. Uma alternativa possível é colocar o ventilador fora do galpão e trazer o ar por meio de dutos bem vedados. Possivelmente haverá perda de carga, mas é necessário o desenvolvimento do projeto para chegar a níveis adequados de eficiência.

Eliminação do ruído na trajetória:

A maioria das fazendas possui ambiente de processamento, secagem e beneficiamento dos grãos de café. Na Fazenda 1 (FIGURA 11), que segue esse modelo, o ambiente de processamento encontra-se separado da secagem e beneficiamento pelo terreiro secador. Sabendo que há necessidade de extensas áreas para construção desses terreiros, como opção de distanciamento entre ambientes ruidosos é possível utilizar o meio entre um ambiente e outro para obter espaço de terreiro maior, sendo essa uma alternativa a ser planejada no momento de construção das instalações. Entretanto, deve ser dimensionado de modo que não prejudique a logística entre os processos.

Secador e máquina de beneficiamento encontram-se no mesmo galpão devido ao fluxo do processo, normalmente separados pela tulha, local em que o café fica “descansando” para homogeneização do teor de água após a secagem. Ao observar os mapas, nota-se que de forma geral os níveis de ruído ficam em torno de 80 a 85 dB(A) na região dos secadores e no entorno da beneficiadora atingem leituras elevadas, próximo à 100 dB(A). Sendo assim, recomenda-se sempre projetar uma parede para barreira entre estes dois ambientes, sabendo que em algumas fazendas já possui, outras não. Acrescenta-se que a parede que funciona como barreira seja revestida com material próprio para isolamento acústico. Além da parede separando as repartições, recomenda-se que no setor da beneficiadora também seja realizado tratamento das paredes com a utilização de material de absorção sonora. De acordo com Gerges (2000), muros tem capacidade de reduzir a energia das ondas sonoras, sendo mais eficientes que as barreiras naturais, como vegetação.

Máquinas que já estão instaladas e em funcionamento podem ser enclausuradas, em que o mecanismo de redução do ruído se dá a partir da manutenção da energia sonora por reflexão dentro do enclausuramento, além da dissipação de parte desta energia através do revestimento interno com materiais eficientes na absorção sonora, como as mantas. Fatores como o volume da máquina e necessidade de aberturas para entrada de ar no sistema de refrigeração, composição das paredes e energia de ruído dentro do sistema de enclausuramento irão interferir na eficiência do projeto de controle do ruído (GERGES, 2000)

No enclausuramento utiliza-se materiais de absorção sonora. Neste mecanismo a energia acústica é convertida em energia térmica por meio da viscosidade do ar. Materiais de absorção sonora são utilizados em revestimentos internos tanto em ambientes, como em dutos de equipamentos. São compostos de material fibroso (lã de vidro, lã de algodão) ou materiais porosos (espuma). A dissipação do ruído ocorre com a entrada desta energia através dos interstícios das fibras, de modo que vibrem, dissipando e se transformando em energia térmica (GERGES, 2000).

Assim, é sabido que há tecnologia e materiais eficientes para o revestimento de paredes com objetivo de isolamento acústico. Além da parede barreira entre os secadores e a beneficiadora, recomenda-se o uso desse material também nas paredes de todo o galpão, principalmente de forma imediata nas paredes que circundam a beneficiadora, sendo este o menor ambiente, o que o torna mais viável.

Além de realizar a proteção aos trabalhadores locais, é necessário cuidar da comunidade vizinha, sendo recomendado barreiras verdes no entorno do empreendimento. O qual contribui com o isolamento acústico e também com outros riscos ocupacionais, como a poeira. Mesmo nas fazendas, pois em muitas delas há residências de funcionários ou vizinhos e também a fauna local que simultaneamente é atingida por esses riscos ocupacionais. De acordo com Bistafa (2011), o cinturão verde tem função de barreira acústica vazada, realizando a atenuação, absorção e espalhamento do som. Sendo que a folhagem, pequenos ramos e arbustos têm função de absorver o som, já os troncos, ramos grandes e folhagem densa irão espalhar as ondas sonoras.

Alternativamente ao enclausuramento das máquinas, existe a possibilidade da construção de cabines para os trabalhadores. Contudo, a depender do número de trabalhadores que precisam circular na área, também é possível a construção de corredores de isolamento acústico realizando a interligação dentre pontos diferentes aos quais o trabalhador precisará ter acesso. O objetivo da construção de corredores com isolamento acústico é buscar soluções mais acessíveis, tanto econômica, como de maneira mais prática tecnicamente. Visto que é mais simples a construção de corredores do que o enclausuramento de máquinas ou ainda do conjunto de linhas de máquinas, que pode ser muito extenso e robusto. Tanto as cabines, como os corredores são mais indicados aos armazéns de rebeneficiamento.

Medidas administrativas e organizacionais

O empregador tem por responsabilidade comunicar aos empregados sobre todo e qualquer risco ocupacional no ambiente de trabalho, apesar de que os mesmos devem ser controlados até sua anulação, mas até que isso seja feito é necessário conhecimento dos envolvidos para os devidos cuidados.

As medidas administrativas e organizacionais são soluções levantadas pela gestão da empresa a fim de contornar problemas maiores, como a substituição das máquinas, o que de fato é mais complexo e dispendioso. Dentre as possíveis ações estão: rotatividade de função, diálogo diário de segurança (DDS), treinamentos admissionais e rotineiros, adequada supervisão e capacitação.

Para minimizar a exposição do trabalhador ao ruído é necessário diminuir o nível de ruído ou se isso não é possível, deve-se diminuir o tempo de exposição em determinadas áreas, ou mesmo diminuir os trabalhadores naquele local. Ou seja, redução do número de pessoas, duração e frequência de exposição. A rotatividade também é uma solução, em que se alterna as funções dos trabalhadores, diminuindo assim a permanência destes em certos ambientes. Para isso, pode ser feito um revezamento de atividades, de modo que as funções sejam distribuídas com os trabalhadores daquele setor. Já a mudança na jornada é feita caso não tenha funcionários suficientes para realizar a rotatividade. Assim, aqueles que precisam frequentar os locais ruidosos permanecem no trabalho em jornada reduzida.

Ao avaliar os limites de exposição ao ruído em ambiente laboral, deve-se atender às Normas Regulamentadoras, primeiramente publicadas na Portaria do Ministério e Trabalho nº 3214, de 8 de junho de 1978. De acordo com a NR-15 (BRASIL, 2022), quando o trabalhador fica exposto 8 horas diárias, o limite de tolerância ao ruído contínuo ou intermitente é de 85 dB(A), de modo que ao acrescentar 5 dB(A), reduz-se pela metade o tempo de exposição permitido. Para exemplificar, o trabalhador pode ficar exposto por 4 horas ao ruído de 90 dB(A). Se houver acréscimo de 5dB(A), exposição igual a 95 dB(A), o trabalhador pode ficar exposto por apenas 2 horas.

Na Figura 20, região da beneficiadora, registrou-se leituras máximas de 95 dB(A), sendo que de acordo com a NR-15 (BRASIL, 2022), tendo como referência o limite de tolerância, o trabalhador poderá ficar exposto apenas por 2 horas, o que é inviável para um turno, contudo, sabendo que naquela região existem mais trabalhadores faz-se o revezamento de atividades ao longo do dia para que cada um entre apenas por um total de 2 horas por dia naquele ambiente até que medidas mais elaboradas sejam realizadas. É importante ressaltar que sempre utilizem os EPIs adequados, principalmente o protetor auricular tipo concha. Ao realizar este revezamento, indica-se a entrada menos frequente possível.

Em se tratando de eficiência de gestão, ressalta-se assertiva comunicação entre empregadores, gestores e empregados. Dentre as práticas está o diálogo diário de segurança, em que podem ser tratados os mais diversos temas gerais sobre segurança do trabalho e também específicos daquele setor, além da comunicação diária sobre novas informações e cuidados. Os treinamentos admissionais e periódicos são essenciais, os quais inclui alguns obrigatórios, como trabalho em altura, em espaço confinado, prevenção e combate a incêndios, e também deve ser incluso instruções e cuidados a serem seguidos para prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. Implantação da Semana Interna de Prevenção de Acidentes de Trabalho (SIPAT). Reforça-se a importância desses momentos devido o ambiente rural ainda sofrer resistência às

adaptações e cuidados necessários relativos à saúde e segurança do trabalho. Salienta-se sobre a importância das medidas administrativas, obediência a elas respeitando-se as áreas que devem ser frequentadas ou não, e o tempo adequado de permanência, importância da saúde auditiva e cuidados ao longo da vida laboral.

Dentre as orientações, faz-se necessário apresentar e informar as competências dos profissionais integrantes do Serviço Especializado em Segurança e Saúde no Trabalho Rural (SESTR), são profissionais especializados, que têm por objetivo o desenvolvimento de ações envolvidas com a gestão de segurança e saúde, a fim de tornar o meio ambiente de trabalho compatível com a promoção da segurança e saúde física dos trabalhadores rurais. E também da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural (CIPATR), a qual tem por objetivo promover a saúde e segurança dos trabalhadores rurais, compatibilizando permanentemente as práticas trabalhistas à preservação da vida do trabalhador. O que é realizado por meio do Programa de Gerenciamento de Riscos no Trabalho Rural (PGRTR), caracterizado nas Normas Regulamentadoras NR-31 (BRASIL, 2022).

Além das medidas frequentes de treinamento e diálogo interno, ações como sinais de advertência e alarme, sinalização horizontal e vertical, permissão de trabalho e acesso, etiquetagem e inspeção também são ações administrativas que trazem mais segurança ao ambiente de trabalho. A sinalização é uma medida simples e possível de ser implantada. A partir dos mapas de ruído é possível visualizar as zonas com valores mais e menos elevados em ruído e com isso traçar caminhos com acesso permitido nos locais em que o trabalhador pode transitar ou não. Realizar pintura com cor realçada no chão e mantê-lo sempre visível, realizando juntamente a conscientização do perigo sobre não ultrapassar as margens. Em conjunto, acrescentar placas de sinalização e advertência.

Eliminação do ruído no receptor

Não havendo a possibilidade da adequação às medidas de controle, as quais deve-se priorizar a todo esforço, encaminha-se para a alternativa do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), que seja capaz de reduzir a intensidade do ruído a níveis abaixo do nível de ação. Os chamados protetores auriculares, que pode ser protetor auditivo circum-auricular, protetor auditivo de inserção e protetor auditivo semiauricular (SALIBA; 2017).

O uso de protetor auricular será adotado unicamente quando outros procedimentos técnicos são comprovadamente inviáveis, ou até que medidas de controle coletivas seja efetuada. É responsabilidade e obrigatoriedade que o empregador adquira o EPI adequado à atividade exercida, como também oferecer treinamento e torná-lo de uso obrigatório, de acordo com a NR-06 (BRASIL, 2022).

De acordo com o Programa de Conservação Auditiva (PCA) (FUNDACENTRO, 2018), para adequada seleção do protetor auditivo deve-se considerar alguns fatores. O empregador deve oferecer duas ou mais opções de protetor ao trabalhador, de modo a considerar aspectos de conforto, tempo de uso, compatibilidade com outros EPIs, eficiência do protetor auditivo e nível de exposição. É imprescindível conhecer os níveis de atenuação: Nível de Redução de Ruído Requerido (NRRsf requerido) e o nível de Redução de Ruído do Protetor (NRRsf protetor), entre outros índices determinados em laboratório para a adequada escolha do protetor auricular.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem inferir as seguintes conclusões:

Nos ambientes dos secadores mecânicos os níveis de ruído se mantiveram abaixo de 85 dB(A), com poucos pontos acima deste valor.

O beneficiamento é a etapa que apresenta maiores médias de ruído, chegando a 99 dB(A), necessitando de medidas corretivas urgentes. Recomenda-se também a construção de paredes entre secadores e beneficiadora para que o ruído de um setor não sobreponha o do outro, como também o revestimento com material de isolamento acústico no galpão da beneficiadora.

O ambiente de rebeneficiamento é potencialmente crítico devido ao acúmulo de máquinas e equipamentos, além do fluxo de grãos que passam pelos mesmos. Os níveis de ruído chegam a 95 dB(A). As médias mais elevadas estão próximas à peneira e seletora eletrônica.

Recomenda-se o uso de cabines nos ambientes de rebeneficiamento. Como também a implantação de corredores acústicos de ligação entre a cabine de controle e as máquinas que precisam de manipulação frequente.

Em todos os ambientes de pós-colheita do café, os níveis de ruído ultrapassaram 85 dB(A), de modo que é necessário buscar mitigações em todos eles a fim evitar danos à audição dos trabalhadores envolvidos, preservando a capacidade laboral e social dos mesmos.

Os ambientes com máximas leituras foram beneficiamento e rebeneficiamento, onde acontece a seleção e classificação de grãos de café.

Dentre as mitigações estruturais levantadas para os ambientes de pós-colheita estão a escolha de máquinas menos ruidosas; posicionamento de *layout* favorável; manutenção preventiva de máquinas; revestimento de tulhas e silos com materiais que absorvem queda. No momento da construção dos galpões, deixar espaçamento entre os mesmos a fim de evitar sobreposição de ruído, utilizando esse distanciamento para a construção de terreiro secador.

Relativo às medidas administrativas estão os treinamentos constantes; sinais de advertência, sinalização, como corredores demarcados no chão; e rotatividade de pessoal nos postos de trabalho similares.

Salienta-se a importância dos treinamentos e capacitações relativas ao cuidado na segurança e saúde do trabalhador rural. Isso se justifica pelo fato de se constatar certa resistência às mudanças necessárias e previstas em norma pelos empregadores e a constante exposição dos trabalhadores a riscos diversos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. U. **O controle do ruído ambiental em empresas da cidade industrial de Curitiba**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- ALMEIDA NETO, J. T. P.; PIAGENTTINI, A.; BORÉM, F. M. Beneficiamento e rebeneficiamento do café. *In*: BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 545-596.
- ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, Goiânia, v. 68, n. 1, p. 47-52, 2002.
- AREZES, P. M. F. M. **Percepção do risco de exposição ocupacional ao ruído**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2002.
- BAIO, T. P. et al. Níveis De Ruído Em Colhedora Automotriz De Grãos. *In*: IV Jornacitec. 2015.
- BÁRTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e processamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. Editora Blucher, 2018.
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 2ª Edição, São Paulo: Edgard Blücher, 2011.
- BLISKA, F. M. M.; BLISKA JÚNIOR, A.; BARROS, T. M. S. M. Uma perspectiva da gestão da segurança e da saúde ocupacional na produção brasileira de café. **Informe Gepec**, v. 23, n. 1, p. 162, 2019.
- BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; TAVEIRA, J. H. das. Coffee Processing. *In*: BORÉM, F. M. (Ed.). **Hand book of coffee postharvest technology**. 1. Ed. Norcross: Gin Press, 2014. p. 49-68.
- BORÉM, F. M. Processamento do café. *In*: BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 127-158.
- BRAND, D. **Detoxificação biológica da casca de café por fungos filamentosos em fermentação no estado sólido**. 1999. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química do Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- BRASIL. **Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Diário Oficial [da] União. 22 dez. 1977.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Consolidação das leis do trabalho (CLT), redação dada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 07 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 09 – Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos. Ministério do Trabalho e Emprego, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 15 - Atividades e operações insalubres. Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 17 - Ergonomia. Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura. Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BRASIL. Portaria n 3.214 de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras do Capítulo V, Título II, da CLT, relativas à segurança e medicina do trabalho. Diário Oficial [da] União.

BRITO, L. A. P. F. de. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n.6, p. 1095-1107, 2017.

BYTOF, G. et al. Transient occurrence of seed germination processes during coffee post-harvest treatment. **Annals of Botany**, v.100, p.61-66, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429 p.

CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. C. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.

CIOTE, F. A.; CIOTE, R. F. F.; HABER, J. Análise da atenuação de ruído de protetores auriculares. **Exacta**, v. 3, p. 71-78, 2005.

CORRÊA, P. C. et al. Variação das dimensões características e da forma dos frutos de café durante o processo de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 6, p. 466-470, 2002.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 2001. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

COSTA, J. B. da. Caracterização do perfil audiológico em trabalhadores expostos a ruídos ocupacionais. **Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 42, n. 3, p. 273-287, 2015.

CUNHA, J. P. A. R. da; TEODORO, R. E. F. Avaliação do nível de ruído em derriçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café. **Bioscience Journal**, Uberlândia. v. 22, n. 2, p. 71-77, 2006.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2 ed. São Paulo. Signus, 2000.

DURRANT, J. D.; LOVRENIC, J. H. (1984). **Bases of hearing Science**. Baltimore, Maryland: Williams and Wilkins.

DURRANT, J. D. (1972). Anatomic and Physiologic correlates of the effects of noise on hearing. In D. Lipscomb (Ed.), **Noise and Audiology**, Baltimore: University Park Press.

FANTINI NETO, R. Apostila de higiene do trabalho – Agentes físicos. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Tecnológica Federal do Paraná: 2013.

FELICIO, J. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído em atividades que utilizam fones de ouvido (headsets e headphones)**. Dissertação (Mestrado em Escola Politécnica de São Paulo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

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

FUNDACENTRO, NHO 01. Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. São Paulo: FUNDACENTRO, 2001, 40 p. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/A5RGFHYQ5TA7P816K7QPT4AB9KDFP.pdf Acesso em: 20 fev. 2023.

FUNDACENTRO, Guia de diretrizes e parâmetros mínimos para a elaboração e a gestão do Programa de Conservação Auditiva (PCA). São Paulo, 2018. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/TMM7DISU12F6GAF32YILEQ7248EJAC.pdf. Acesso em: 17 jun. 2023.

GERGES, S. N. Y. **Protetores Auditivos**. 1. Ed. Florianópolis. 2008.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. 2. Ed. Florianópolis: Ed. S. N, 2000.

GOELZER, B. et al. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and control, Dortmund/Berlin: Wirtschaftsverlag NW, Verlagfurneue Wissenschaft Gmbh Burgermeister – Smidt-Str 74-76, DE- 27568 Bremhaven, 2001.

GUIMARÃES, I. G. et al. Challenges in attending to OHS regulations in rice mills in Southern of Brazil. In: AREZES, P. et al., (Org.). **74 Occupational Safety and Hygiene**. 1ed. Londres: CRC Press – Taylor; Francis, 2013, v. 1, p. 136-141, 2013.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2a edição revisada e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KIM, H. C. et al. An analysis of effect on road traffic noise reduction substitute through traffic management improved, **The Journal of the Acoustical Society of Korea**, v. 27, n. 8, p. 403–410, 2008.

LOPES, A. C. et al. Conditions of auditory health at work: inquiry of the auditory effect in workers exposed to the occupational noise. *Int. Arch. Otorhinolaryngology*, v. 13, n. 1, p. 49-54, 2009.

LOPEZ, G. A. P.; SOUZA, L. C. L. de. Comparison of mathematical methods and measurements of traffic noise indices in pedestrian routes. **Ambiente Construído**, v. 20, n.1, p. 351-364, 2020.

LOPES, E. S. et al. Análise antropométrica de trabalhadores em atividades de implantação florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 525-534, 2013.

LOWICKI, D.; PIOTROWSKA, S. Monetary valuation of road noise. Residential property prices as an indicator of the acoustic climate quality. **Ecological Indicators**, v. 52, p. 472-479, 2015.

MAIA, P. A. Estimativa de Exposições não contínuas a Ruído. São Paulo: FUNDACENTRO, 2002.

MAIA, P. A. **O ruído nas obras da construção civil e o risco de surdez ocupacional.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, FUNDACENTRO, São Paulo, 2001.

MASCHKE, C. **Preventive medical limits for chronic traffic noise exposure** *Acustica*, v. 85 p. 444-448, 1999.

MARTINS, K. M. et al. Occupational noise level emitted by self-propelled harvesters during mechanized coffee harvesting. **Ciência Rural**, v.53, n.6, 2023.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo. 2002. 387p.

MATTOS, U.; MÁSCULO, F. (organizadores). **Higiene Saúde e Segurança do Trabalho.** Rio de Janeiro: Elsevier/Campus/ABEPRO, 2011.

MEIRA, T. C. et al. Exposição ao Ruído Ocupacional: reflexões a partir do campo da saúde do trabalhador. **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 7, n. 3, p. 26-45, 2012.

MUNZEL, T.; GORI, T. B. W.; BASTER, M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. **European Heart Journal**, v. 35, p. 829-36, 2014.

NAGAMATO, R. J. **Tratamento de compostos voláteis orgânicos do café pela técnica de incineração catalítica.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química do Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

NEWBY, H. A. (1979) **Audiology**, Fourth edition, Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH SERVICE OF THE DEPARTMENT OF LABOUR. **Guidelines for the Provision of Safety, Health and Accommodation in Agriculture.** Wellington: Occupational Safety and Health service of the Department of Labour; 1996. ISBN 0 477-03582-5.

OLIVEIRA, A. L. et al. Internal environmental conditions of soybean processing plants and safety in workplace. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 4, p. 673-683, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Ruído Ambiental.** Critérios Saúde 12. Genebra, 1980.

PADOVANI, C. et al. Percepção das condições auditivas pelos servidores públicos da Universidade do estado da Bahia: considerações sobre o projeto saúde auditiva. **Revista Baiana Saúde Pública.** v. 28, n. 2, p. 203-211, 2004.

PIMENTA JUNIOR, C. G. et al. Análise espacial do nível de ruído emitido por trator agrícola. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3, p. 514-520, 2012.

ROEDERER, J. G. **Introdução à física e psicofísica da música.** São Paulo: USP, 1998.

- SAFETY NEWS (2000) HEARING PROTECTION – Sound Sense, Australian Safety News, April Issue, Australia.
- SALIBA, T. M. **Estudo de conforto acústico nas praças de alimentação de shopping centers**. Dissertação (Programa de Mestrado em Turismo e Meio Ambiente) – Centro Universitário UNA. Belo Horizonte, 2011.
- SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**. 3. ed. São Paulo: LTr Editora, 2011.
- SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**. 5. ed. São Paulo: LTr Editora, 2009.
- SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA**. 8ª edição. 2017. LTR75 Editora. São Paulo-SP. 284 p.
- SANTOS, L. C.; VALADO, F. O mapa de ruído municipal como ferramenta de planeamento. **Acústica**, Portugal, 2004.
- SANTOS, L. C.; VALÉRIO, P. O mapa de ruído como ferramenta de gestão ambiental na indústria. **Acústica**, Portugal, 2004.
- SANTOS, L. P. S. **Isolamento sonoro de partições arquitetônicas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2012. 176p.
- SANTOS, M.; ALMEIDA, A. Ruído e saúde ocupacional: consequências para além da hipoaústica. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2016.
- SANTOS, V. E. dos et al. Análise do setor de produção e processamento de café em Minas Gerais: uma abordagem matriz insumo-produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 2, p. 363-388, 2009.
- SCARIOT, É. M. et al. O uso de geotecnologias na elaboração de mapas de ruído. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, p. 51-60, 2012.
- SCHLOSSER, J. F. et al. Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 983-988, 2002.
- SILVA, F. N. et al. Institucionalização das indicações geográficas no Brasil e na Espanha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1727-1733, 2013.
- SILVESTRINI, J. C. et al. Noise levels evaluation of agricultural tractors. **International Journal of Research**, v. 46, n. 3, p. 46-50, 2015.
- SOLANO, T. A.; RODRÍGUEZ, A. V. L. Exposición ocupacional a ruido y vibraciones en cuerpo entero en agricultores de la Zona Norte de Cartago, Costa Rica. **Revista Tecnología em Marcha**, v. 33, n. 4, p. 3-14, 2020.

SOUZA, L. C. L.; ALMEIDA, M. G.; BRAGANÇA, L. Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura. São Carlos: Ed. UDUFSCar, 2006. 149p.

STADLER, S. T.; RIBEIRO, V. V; FRANÇA, D. M. V. R. Autopercepção de dificuldade auditiva, hábitos e fatores de risco para perda auditiva em agricultores. **Revista CEFAC**, v. 18, n. 6, p. 1302-1309, 2016.

TAVEIRA, J. H. da S. et al. Perfis proteicos e desempenho fisiológicos de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1511-1517, 2012.

VIEIRA, S. I. – coord.. Medicina Básica do Trabalho: volume I. 1994. 1ª Edição. 435 f. Curitiba-PR: Editora Genesis. 1994.

VILELA, E. R. Secagem e qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18 n. 187, p. 55-63, 1997.

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

WALDRON H. A. Occupational Health Practice. London: Arnold; 2001.

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre: Gráfica e Editora La Salle, 1995. 395p.

WELCH, G. B. **Beneficiamento de sementes no Brasil**. 2 ed. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1973. 205p.

ANEXO A – Certificado de calibração do medidor de Nível de Pressão Sonora (NPS).

INSTRUTHERM**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM**

Laboratório de Calibração acreditado pelo Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0568.

*Certificado de Calibração***N° 135346R/22**

Folha 01/05



Cliente: MINAS AMBIENTAL SERVIÇOS LTDA
Endereço: R. OSWALDO HENRIQUE VALADAO 150 Bairro: REZENDE Cep: 37062-370 VARGINHA - MG
Item Calibrado: ALICIODOSÍMETRO Nº Código de barra / Nº Série: 18111301291142 / 180805328
Marca: INSTRUTHERM Modelo: DOS-700
O.S. Nº: 237354 Data de Calibração: 17/08/2022

Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração

Temperatura durante a calibração: 23±3°C **Umidade relativa durante a calibração:** 45 a 65% (U.R.)

Metodologia de Calibração

Procedimento de Calibração: PCI 072 - Rev. 9 - Foi realizada a calibração através do processo de inserção de sinal elétrico.

Norma de Referência

ANSI S1.25 - 1991 - Specification for Personal Noise Dosimeters

Padrões Utilizados

LCI 338 - CALIBRADOR ACÚSTICO CAL-5020 - N955045 - Certificado de Calibração n° RBC2-11823-382 - RBC CAL 0307 - Validade 10/2022
 LCI 251 - GERADOR DE FUNÇÕES DS350 - 123870 - Certificado de Calibração n° DIMCI 10852021 - INMETRO - Validade 10/2023
 LCI 305 - TIMER K30-024A - C17-42014220 - Certificado de Calibração n° 132932R22 - RBC CAL 0568 - Validade 09/2024
 LCI 140 - TERMO-HIGRÔMETRO HT-700 - 14121501028317 - Certificado de Calibração n° 124963R21 - RBC CAL 0568 - Validade 09/2022
 LCI 145 - BARÔMETRO THAB-503 - Q782975 - Certificado de Calibração n° LV002084 - 30745 - 21 - RBC CAL 0127 - Validade 10/2022

AJUSTE ACÚSTICO**Indicação na frequência de verificação da calibração**

Antes do Ajuste:	113,4 dB
Após Ajuste:	114,0 dB
Ponderação em frequência:	A
Frequência:	1000 Hz
Ponderação Temporal:	SLOW

Configuração do instrumento sob medição:

Ponderação em frequência: A **Nível de referência:** 85 dB
 Faixa Utilizada: 70 a 140 dB **Ponderação Temporal:** FAST

Linealidade						
Faixa (dB)	Valor Indicado (dB)	Valor Convencional (dB)	Desvio (dB)	Incerteza (dB)	Tolerância (dB)	K
70 a 140 dB	139,6	140,0	-0,4	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	138,6	139,0	-0,4	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	137,7	138,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	136,7	137,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	135,7	136,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	134,7	135,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	133,7	134,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	132,7	133,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	131,7	132,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	130,7	131,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	129,7	130,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	128,7	129,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	127,7	128,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	126,7	127,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	125,7	126,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	124,7	125,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	123,7	124,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	122,7	123,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	121,7	122,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	120,7	121,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	119,7	120,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	118,7	119,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	117,7	118,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	116,7	117,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	115,7	116,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	114,7	115,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	113,7	114,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	112,7	113,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	111,7	112,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	110,7	111,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	109,7	110,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	108,7	109,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	107,7	108,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	106,7	107,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	105,7	106,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	104,7	105,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	103,7	104,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	102,7	103,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	101,7	102,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	100,7	101,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	99,7	100,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	98,7	99,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	97,7	98,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	96,7	97,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	95,7	96,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	94,7	95,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	93,7	94,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	92,7	93,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	91,7	92,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	90,7	91,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	89,7	90,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	88,7	89,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	87,7	88,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	86,7	87,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	85,7	86,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	84,7	85,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	83,7	84,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	82,7	83,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	81,7	82,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	80,7	81,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	79,7	80,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	78,7	79,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	77,7	78,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	76,7	77,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	75,7	76,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	74,7	75,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	73,7	74,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	72,7	73,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	71,7	72,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	70,7	71,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	69,7	70,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	68,7	69,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	67,7	68,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	66,7	67,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	65,7	66,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	64,7	65,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	63,7	64,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	62,7	63,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	61,7	62,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	60,7	61,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	59,7	60,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	58,7	59,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	57,7	58,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	56,7	57,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	55,7	56,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	54,7	55,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	53,7	54,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	52,7	53,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	51,7	52,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	50,7	51,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	49,7	50,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	48,7	49,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	47,7	48,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	46,7	47,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	45,7	46,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	44,7	45,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	43,7	44,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	42,7	43,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	41,7	42,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	40,7	41,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	39,7	40,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	38,7	39,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	37,7	38,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	36,7	37,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	35,7	36,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	34,7	35,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	33,7	34,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	32,7	33,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	31,7	32,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	30,7	31,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	29,7	30,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	28,7	29,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	27,7	28,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	26,7	27,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	25,7	26,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	24,7	25,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	23,7	24,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	22,7	23,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	21,7	22,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	20,7	21,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	19,7	20,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	18,7	19,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	17,7	18,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	16,7	17,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	15,7	16,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	14,7	15,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	13,7	14,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	12,7	13,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	11,7	12,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	10,7	11,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	9,7	10,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	8,7	9,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	7,7	8,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	6,7	7,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	5,7	6,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	4,7	5,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	3,7	4,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	2,7	3,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	1,7	2,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	0,7	1,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-0,3	0,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-1,3	-1,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-2,3	-2,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-3,3	-3,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-4,3	-4,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-5,3	-5,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-6,3	-6,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-7,3	-7,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-8,3	-8,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-9,3	-9,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-10,3	-10,0	-0,3	0,2	± 1	2,00
70 a 140 dB	-11,3	-11,0	-0,3	0		

INSTRUTHERM**LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM**

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número GAL 0588.

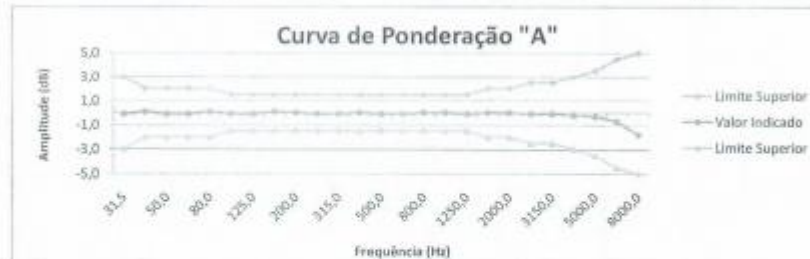
*Certificado de Calibração***Nº 135346R/22**

Página 02/05

Configuração do instrumento sob medição:

Frequência de referência: 1000 Hz
Nível de teste: 134 dBFaixa de nível de referência: 70 a 140 dB
Ponderação temporal: FAST

Ponderação em Frequência em Curva "A"					
Frequência (Hz)	Valor Indicado (dB)	Desvio (dB)	Incerteza (dB)	Tolerância (dB)	k
31,5	84,5	-0,1	0,2	± 3	2,00
40,0	89,5	0,1	0,2	± 2	2,00
50,0	103,7	-0,1	0,2	± 2	2,00
63,0	107,7	-0,1	0,2	± 2	2,00
80,0	111,6	0,1	0,2	± 2	2,00
100,0	114,8	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
125,0	117,6	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
160,0	120,7	0,1	0,2	± 1,5	2,00
200,0	123,1	0,0	0,2	± 1,5	2,00
250,0	126,3	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
315,0	127,3	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
400,0	129,2	0,0	0,2	± 1,5	2,00
500,0	130,7	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
630,0	132,0	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
800,0	133,2	0,0	0,2	± 1,5	2,00
1000,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
1250,0	134,5	-0,1	0,2	± 1,5	2,00
1600,0	135,0	0,0	0,2	± 2	2,00
2000,0	135,2	0,0	0,2	± 2	2,00
2500,0	135,2	-0,1	0,2	± 2,5	2,00
3150,0	135,1	-0,1	0,2	± 2,5	2,00
4000,0	134,8	-0,2	0,2	± 3	2,00
5000,0	134,2	-0,3	0,2	± 3,5	2,00
6300,0	133,2	-0,7	0,2	± 4,5	2,00
8000,0	131,1	-1,8	0,2	± 5	2,00

**INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA**

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ô - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ nº: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual nº: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM nº: 9.155.648-1

Tel: (11) 2144-2800 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Laboratório de Calibração acreditado pelo Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0568.

Certificado de Calibração

Nº 135346R/22

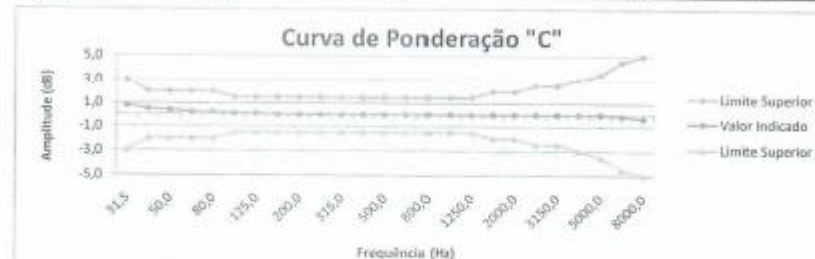
Folha 03/05

Configuração do instrumento sob medição:

Frequência de referência: 1000 Hz
Nível de teste: 134 dB

Faixa de nível de referência: 70 a 140 dB
Ponderação temporal: FAST

Ponderação em Frequência em Curva "C"					
Frequência (Hz)	Valor Indicado (dB)	Desvio (dB)	Incerteza (dB)	Tolerância (dB)	k
31,5	131,8	0,8	0,2	± 3	2,00
40,0	132,5	0,5	0,2	± 2	2,00
50,0	133,1	0,4	0,2	± 2	2,00
63,0	133,4	0,2	0,2	± 2	2,00
80,0	133,7	0,2	0,2	± 2	2,00
100,0	133,8	0,1	0,2	± 1,5	2,00
125,0	133,9	0,1	0,2	± 1,5	2,00
160,0	133,9	0,0	0,2	± 1,5	2,00
200,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
250,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
315,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
400,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
500,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
630,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
800,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
1000,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
1250,0	134,0	0,0	0,2	± 1,5	2,00
1600,0	133,9	0,0	0,2	± 2	2,00
2000,0	133,8	0,0	0,2	± 2	2,00
2500,0	133,7	0,0	0,2	± 2,5	2,00
3150,0	133,5	0,0	0,2	± 2,5	2,00
4000,0	133,2	0,0	0,2	± 3	2,00
5000,0	132,7	0,0	0,2	± 3,5	2,00
6300,0	131,9	-0,1	0,2	± 4,5	2,00
8000,0	130,7	-0,3	0,2	± 5	2,00



INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ nº: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual nº: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM nº: 9.155.648-1

Tel: (11) 2144-2800 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgipr de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0588.

Certificado de Calibração

Nº 135346R/22

Folha 04/05

Configuração do instrumento sob medição:

Frequência de referência: 4000 Hz
 Faixa de níveis de referência: 70 a 140 dB
 Nível de referência: 85 dB
 Taxa de troca: 5 dB
 Ponderação temporal: SLOW
 Ponderação em frequência: Z

Integração "Lavg" - SLOW						
Período de pulso	Valor Convencional (dB)	Valor Indicado (dB)	Desvio (dB)	Incerteza (dB)	Tolerância (dB)	k
1 s	122,5	122,4	-0,1	0,2	±2,5	2,00
100 ms	112,1	112,1	0,0	0,2	±2,5	2,00
10 ms	102,3	102,1	-0,2	0,2	±2,5	2,00
1 ms	93,4	93,2	-0,2	0,2	±2,5	2,00

Configuração do instrumento sob medição:

Frequência de referência: 4000 Hz
 Faixa de níveis de referência: 70 a 140 dB
 Nível de referência: 85 dB
 Taxa de troca: 5 dB
 Ponderação temporal: FAST
 Ponderação em frequência: A

Integração "Lavg" - FAST						
Período de pulso	Valor Convencional (dB)	Valor Indicado (dB)	Desvio (dB)	Incerteza (dB)	Tolerância (dB)	k
1 s	119,3	119,2	-0,1	0,2	±2,5	2,00
100 ms	108,8	108,7	-0,1	0,2	±2,5	2,00
10 ms	97,4	97,2	-0,2	0,2	±2,5	2,00
1 ms	90,3	89,9	-0,4	0,2	±2,5	2,00

Frequência de referência: 1000 Hz
 Faixa de níveis de referência: 70 a 140 dB
 Nível de critério: 85 dB
 Parâmetro de medição: %Dose
 Ponderação temporal: SLOW
 Ponderação em frequência: A

Dose - Sinal Estável - Taxa de troca 5 dB - Nível de ref.: 118 dB					
VC (% Dose)	Valor Indicado (% Dose)	Desvio (% Dose)	Incerteza (% Dose)	Tolerância (% Dose)	k
101	100,9	-0,1	0,2	± 5,1	2,00

Dose - Sinal Estável - Taxa de troca 3 dB - Nível de ref.: 105 dB					
VC (% Dose)	Valor Indicado (% Dose)	Desvio (% Dose)	Incerteza (% Dose)	Tolerância (% Dose)	k
104	106,6	+ 1,1	0,2	± 5,2	2,00

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ nº: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual nº: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM nº: 9.155.648-1

Tel: (11) 2144-2800 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Laboratório de Calibração acreditado pelo Cgcre de acordo com o ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0998.

Certificado de Calibração

Nº 135346R/22

Folha 05/05

Frequência de referência: 1000 Hz
 Faixa de níveis de referência: 70 a 140 dB
 Nível de critério: 85 dB
 Parâmetro de medição: %Dose
 Ponderação temporal: SLOW
 Ponderação em frequência: A

Dose - Sinal Pulsante - Taxa de troca 5 dB				
Nível (dB)	Valor Indicado (% Dose)	Incerteza (% Dose)	Faixa de Indicação (% Dose)	k
130	35,9	0,2	30,9 a 36,3	2,00

Dose - Sinal Pulsante - Taxa de troca 3 dB				
Nível (dB)	Valor Indicado (% Dose)	Incerteza (% Dose)	Faixa de Indicação (% Dose)	k
112	22,4	0,2	20,3 a 26,7	2,00

Notas

- Este certificado atende aos requisitos de acreditação pelo Cgcre que avalia a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).
- A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padrão combinada e multiplicada pelos fatores de abrangência "k" informados nos tabelas, para um nível de confiança de aproximadamente 95%. A incerteza padrão foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- Os serviços de calibração são realizados e controlados pela INSTRUTHERM-Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.
- Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições supra mencionadas.

Data de emissão do certificado: 16/08/2022


 LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM
 Marcos Pedro dos Santos Junior
 Signatário Autorizado

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ nº: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual nº: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM nº: 9.155.648-1

Tel: (11) 2144-2800 E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br

ANEXO B – certificado de calibração do calibrador eletroacústico marca Instrutherm®.



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM
Laboratório de Calibração credenciado pelo Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL 0568

Certificado de Calibração

Nº 135307R/22

Folha 01/01



Cliente: MINAS AMBIENTAL SERVIÇOS LTDA
Endereço: R. OSWALDO HENRIQUE VALADÃO 150 Bairro: REZINDE Cep: 37062-370 VARGINHA - MG
Item Calibrado: CALIBRADOR ELETRACÚSTICO Nº Cálculo de Item / Nº Série: 20010301340082 / A997993
Marca: INSTRUTHERM Modelo: CAL-500C
D.S.Nº: 231303 Data de Calibração: 16/08/2022 Tipo: 1

Condições Ambientais Aplicadas à Calibração
Temperatura durante a calibração: 25,0°C **Umidade relativa durante a calibração:** 46 a 66% (U.R.)
Pressão Atmosférica: 928,6 hPa

Metodologia de Calibração

Procedimento de Calibração: PCI 007 - Rev. 2 - A calibração foi realizada através do processo de comparação com um sistema de calibração acústico.

Padrões Utilizados

- LC1 037 - CALIBRADOR ACÚSTICO CAL 4200 - NMF582 - Certificado de Calibração nº 130582R22 - RBC CAL 0568 - Validade 05/03/23
- LC1 02 - MULTÍMETRO 344104 - MY47029402 - Certificado de Calibração nº 121310002 - RBC CAL 0504 - Validade 02/03/23
- LC1 03 - AMPLIFICADOR 2090 - 2282024 - Certificado de Calibração nº RBC10-11509-395 - RBC CAL 0307 - Validade 09/2023
- LC1 04 - FRE-AMPLIFICADOR 2669 - 2498303 - Certificado de Calibração nº RBC10-11509-395 - RBC CAL 0307 - Validade 09/2023
- LC1 05 - FREQUENCIÓMETRO FD-900 - 0792000000356 - Certificado de Calibração nº 120902R21 - RBC CAL 0508 - Validade 10/2022
- LC1 04 - MICROFONE M4021 - 34003 - Certificado de Calibração nº RBC1011569-385 - RBC CAL 0307 - Validade 09/2023
- LC1 04 - TERMO-HIGRÔMETRO HT-700 - 14121501090317 - Certificado de Calibração nº 124983R21 - RBC CAL 0508 - Validade 09/2022
- LC1 05 - BARÔMETRO THAB-600 - 0782975 - Certificado de Calibração nº 1200204 - 30745 - 21 - RBC CAL 0127 - Validade 10/2022

Norma de Referência

ABNT NBR IEC 60942:2022 1 ed. - Eletroacústico - Calibradores de nível sonoro

Resultado Obtido

AMPLITUDE					
Nível Sonoro Convencional (dB)	Valor Indicado (dB)	Desvio (dB)	Tolerância (dB)	Incerteza (dB)	Fator de abrangência k
94,0	94,04	0,04	± 0,25	0,12	2,00
114,0	114,00	0,03	± 0,25	0,12	2,00

Instrumento atende às tolerâncias de amplitude

FREQÜÊNCIA					
Frequência (Hz)	Valor Indicado (Hz)	Desvio (Hz)	Tolerância (Hz)	Incerteza (Hz)	Fator de abrangência k
1000 Hz @ 94dB	1000,02	0,02	± 7	0,10	2,00
1000 Hz @ 114dB	1000,00	0,03	± 7	0,10	2,00

Instrumento atende às tolerâncias de frequência

Notas

- Este certificado atende aos requisitos de acreditação pelo Cgcre que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).
- A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padrão combinada e multiplicada pelas faixas de abrangência "k" informadas nos tabelas, para um nível de confiança de aproximadamente 95%. A incerteza padrão foi determinada de acordo com a guilhotina CA-402.
- Os serviços de calibração são realizados e controlados pelo INSTRUTHERM-Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido em sua forma e conteúdo integral e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.
- Os resultados obtidos (presentados relativos ao item calibrado e de condições acima mencionadas).
- Segundo a norma ABNT NBR IEC 60942, Anexo B (promissivo), Seção B1 (c): "O calibrador de nível sonoro foi demonstrado estar em conformidade com os requisitos de classe A para níveis promissivos, de acordo com Anexo B da ABNT NBR IEC 60942 - para aplicações de pressão sonora e frequência especificadas; para as condições ambientais não se quantas testes foram realizados. Entretanto, como evidência pública de uma organização de teste responsável pela aprovação de modelo não estava disponível, para demonstrar que o modelo de calibrador de nível sonoro está em conformidade com os requisitos para aprovação de modelo descritos no Anexo A da ABNT NBR IEC 60942 -, nenhuma declaração de conformidade geral pode ser feita sobre a conformidade do calibrador de nível sonoro para os requisitos da norma ABNT NBR IEC 60942 -".
- No Brasil, ainda não existe regulamentação nacional e legislações que resulte a aprovação de modelos. Também não há reconhecimento mútuo ou abstrato entre o Brasil e outros países referente a este assunto. Outras formas não existe alternativas para a garantia da qualidade dos calibradores em Geral.

Data de emissão do certificado: 17/08/2022

Rafael Torres Alves
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM
PI Marcos Pedro dos Santos Junior
Signatário Autorizado

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA

Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP: 02911-030

Inscrição no CNPJ nº: 53.775.862/0001-52 - Inscrição Estadual nº: 111.093.664.118 - Inscrição no CCM nº: 9.155.648-1

☎ Tel: (11) 2144-2800 ✉ E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br 🌐 Site: www.instrutherm.com.br