

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**RICARDO PATRIK MANFRO**

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL EM UMA  
FÁBRICA DE RAÇÕES**

**CERRO LARGO – RS**

**2021.**

**RICARDO PATRIK MANFRO**

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL EM UMA FÁBRICA  
DE RAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador Prof. Dr. Márcio Antônio Vendruscolo

**CERRO LARGO - RS**

**2021.**

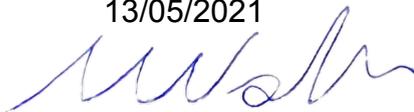
**RICARDO PATRIK MANFRO**

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL EM UMA FÁBRICA  
DE RAÇÕES**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária, aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

13/05/2021



---

Prof. Dr. Mário Sérgio Wolski

Avaliador



---

Prof. Dr. Jair João Daniel Junior

Avaliador



---

Prof. Dr. Márcio Antônio Vendruscolo

Orientador

## Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Manfro, Ricardo Patrik

Avaliação da exposição ao ruído ocupacional  
em uma fábrica de rações / Ricardo Patrik Manfro. -- 2020.  
f.

Orientador: Doutor Márcio Antônio Vendrusculo  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro  
Largo, RS, 2020.

1. Ruído. I. , Márcio Antônio Vendrusculo, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## **AGRADECIMENTOS**

Nenhuma batalha é vencida sozinho. No decorrer desta luta algumas pessoas estiveram ao meu lado e percorreram este caminho como verdadeiros soldados, estimulando que eu buscasse a minha vitória e conquistasse meu sonho.

Agradeço à minha mãe, Carmen Hilda Manfro, verdadeiramente a maior mestra da minha vida e que sempre acreditou em mim.

À meu pai, Valter José Manfro, in Memoriam, pelo qual tenho enorme carinho e saudades e que sempre apoiou minhas decisões e certamente estaria feliz e orgulhoso dessa etapa da minha vida.

À meus irmãos, Lidiane Manfro e Valter Manfro Junior, ao meu cunhado Laércio Flores da Silva, aos meus sobrinhos Lívia Manfro da Silva e Otávio Manfro da Silva e à minha namorada Giovana Altíssimo, que sempre me incentivaram a continuar.

Ao meu orientador Dr. Márcio Antônio Vendruscolo, que me ajudou com as suas precisas e incisivas pontuações.

À equipe multiprofissional da BVB Planejamento - Segurança e Medicina do Trabalho, em destaque para Eleno e Lucas que sempre que possível me orientaram e prestaram apoio para o desenvolver desse projeto.

À equipe multiprofissional da Impacto Assessoria Ambiental, por todo apoio e paciência que tiveram para conciliar datas e horários para que fosse possível a conclusão desse projeto.

À todos os docentes do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Cerro Largo/RS, que compartilharam os seus conhecimentos, nos provocando a todo tempo, a termos uma reflexão crítica.

Aos discentes do curso, que com o passar do tempo nos tornamos grandes amigos compartilhando as mesmas expectativas: Aleff Rocha, Elaine Munchen, Geremias Weiseht, Jéder Freitag, Mateus Pinheiro, Maurício Bica, que vivenciaram e vibraram juntamente comigo, a cada etapa vencida, nesta fase de graduação.

À todos os meus amigos, com grande destaque a Inésio Milani Junior, que sempre estiveram torcendo por mim.

À todas as outras pessoas que direta e indiretamente colaboraram com o sucesso deste trabalho.

## RESUMO

A higiene ocupacional ou do trabalho dos colaboradores tem relação direta com o desenvolvimento industrial e econômico. Este estudo teve como objetivo mensurar e analisar os índices de poluição sonora, dentro do ambiente de trabalho em uma fábrica de ração. Tratando de apresentar alguns conceitos técnicos necessários e importantes para melhor esclarecer a temática abordada, sendo que o principal diz respeito ao ruído. O ruído é um som desagradável que causa incômodo e se estiver em níveis acima dos recomendados pode causar problemas de saúde e levar trabalhadores ao afastamento de suas atividades laborais e, muitas vezes, causa danos irreparáveis ao trabalhador. A pesquisa realizada na fábrica de rações tratou de verificar o grau de exposição de cada funcionário e foi identificado que as atividades desenvolvidas ali deixam os trabalhadores expostos a altos níveis de ruído, os quais são amenizados pela utilização de equipamentos de proteção individual (protetores auriculares).

**Palavras-chaves:** exposição, higiene ocupacional, ruído, decibéis, protetor auricular.

## **ABSTRACT**

Occupational or work hygiene for employees is directly related to industrial and economic development. This study aimed to measure and analyze the noise pollution indexes, within the working environment in a feed mill. Trying to present some necessary and important technical concepts to better clarify the theme addressed, the main one being related to noise. Noise is an unpleasant sound that causes discomfort and if it is above the recommended levels it can cause health problems and lead workers to leave their work activities and often causes irreparable damage to the worker. The research carried out in the feed factory tried to verify the degree of exposure of each employee and it was identified that the activities developed there leave workers exposed to high levels of noise, which are mitigated by the use of personal protective equipment (hearing protectors) .

Keywords: exposure, occupational hygiene, noise, hearing protection, decibels.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Movimentos de propagação das ondas sonoras	22
Figura 2 Diagrama esquemático das estruturas auriculares	23
Figura 3 Divisões do ouvido humano	24
Figura 4 Dosímetro	30
Figura 5 Dosímetro	31
Figura 6 Imagem do modo de utilizar o medidor de ruído	33
Figura 7 Protetores auriculares	38
Figura 8 Valores aparelho de medição de ruídos	46
Figura 9 Equação de cálculo do NE	47
Figura 10 Equação de cálculo do NEM	47

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 Classificação dos riscos ocupacionais	19
Quadro 2 Níveis de picos de ruído industrial em dB (A)	26
Quadro 3 Indicação medidores de pressão sonora	31
Quadro 4 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente	36
Quadro 5 Resultado da exposição de ruído dos trabalhadores	49
Quadro 6 Atenuação do Ruído	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NHO – Norma de higiene ocupacional

NR – Norma regulamentadora

NBR – Norma brasileira de regulamentação

dB – decibéis

( $\mu\text{Pa}$ ) – micropascal: unidade de medida representando a pressão do som

NEN - Nível de exposição normalizado

NE - Nível médio de exposição diária ou LAVG

CA - Certificado de Avaliação

MT – Ministério do Trabalho

EPI – equipamento de proteção individual

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>15</b>
2.1 RISCOS OCUPACIONAIS	15
2.2 O SOM E O RUÍDO	20
2.2.1 Equipamentos de medição de ruído	28
2.2.2 Instalação e utilização de equipamentos de medição	32
2.2.3 Limites de tolerância e doses de exposição	35
2.2.4 Aparelhos de proteção contra ruídos	37
2.3 CONSEQUÊNCIAS NA SAÚDE	38
<b>3. ANÁLISE AMBIENTAL: RUÍDOS NUMA FÁBRICA DE RAÇÕES</b>	<b>43</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	43
3.2 AVALIAÇÃO DE RUÍDO NAS OPERAÇÕES DA FÁBRICA DE RAÇÕES	44
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo globalizado impõe a necessidade de as empresas preocuparem-se com a competitividade de forma constante, isto porque esta competição entre as mesmas ultrapassou as barreiras dos limites físicos de cada país. Desse modo as empresas, em especial as indústrias, necessitam analisar e levar em consideração diversos fatores e de forma constante a fim de manterem-se competitivas sempre e, dessa forma, permanecerem no mercado mundial. A partir de tal entendimento a presente pesquisa pretende destacar pontos referentes a preocupação com a manutenção de um ambiente de trabalho saudável no que diz respeito a higiene laboral relativa ao ruído em uma fábrica de rações.

É fato conhecido que a sobrevivência de uma empresa depende da qualidade e da competitividade de seus produtos frente aos demais existentes no mercado. Considerando que a necessidade de adquirir rações tem sido impulsionada pelo crescimento da produção de aves e suínos no Brasil e que o país ocupa a terceira posição mundial entre os principais produtores do mundo (BRASIL, 2007, p. 63), e, ainda a relevância de apresentar um estudo sobre a higiene laboral neste tipo de indústria, a presente pesquisa se justifica.

Para além da sobrevivência das empresas está a proteção dos trabalhadores, os quais precisam estar em ambiente saudável de trabalho, a fim de evitar os afastamentos, o que preserva a saúde do trabalhador e a saúde, também da empresa, que não perde com o afastamento de um trabalhador doente nos mais diversos aspectos.

Assim com este norte estabeleceu-se como tema central tratar acerca da higiene ocupacional relativa aos ruídos em uma fábrica de rações. Para tanto a pergunta problema que instiga a pesquisa foi: os trabalhadores da fábrica de rações em análise estão expostos ao agente ruído de forma insalubre?

Com estes indicativos parte-se para a análise bibliográfica acerca do tema e objetivos propostos. Importa, ainda, destacar que, no Brasil, as principais metodologias utilizadas, pelas empresas, são as contidas nas normas NHO01, da Fundacentro, e NR-15, do Ministério da Economia. A primeira estabelece uma

série de critérios de medição e amostragem, a segunda estabelece Limites de Tolerância, em seus anexos 1 e 2, para pressão sonora em ambientes de trabalho. Se os limites de tolerância estiverem acima dos permitidos por legislação, então esse ambiente é caracterizado como insalubre. Neste trabalho serão analisados os ruídos suportados pelos trabalhadores de uma fábrica de rações localizada na Mesorregião do Noroeste Rio Grandense.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

A partir da definição do tema estabeleceu-se, como objetivo geral, avaliar a exposição ao ruído ocupacional dos trabalhadores de uma fábrica de ração situada na Mesorregião do Noroeste Riograndense.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

A partir da delimitação do objetivo geral têm-se como objetivos específicos os seguintes:

- Identificar os equipamentos que possuem emissão de ruído acima do nível de tolerância;
- Determinar a dose de exposição ao ruído dos trabalhadores;
- Sugerir medidas de controle para atenuação do nível de intensidade sonora no ambiente de trabalho.

Com estas delimitações inicia-se o presente estudo abordando aspectos gerais acerca da temática ruído.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica a fim de contextualizar a temática acerca dos riscos ocupacionais existentes. Destacando, de forma especial, aspectos referentes ao conceito de som e de ruídos, a forma de medição deste agente danoso e os instrumentos utilizados para tal tarefa e, por fim, apresentando a análise dos ruídos identificados na rotina da fábrica de rações onde o estudo foi realizado.

A fim de apresentar uma melhor compreensão acerca do tema da pesquisa a abordagem inicial precisa esclarecer aspectos acerca da conceituação e diferenciação de som e de ruído.

### **2.1 RISCOS OCUPACIONAIS**

O trabalho é a forma de manutenção da vida eis que é por meio dos rendimentos oriundos dele que homens e mulheres adquirem bens e alimentos. Segundo Rojas (2015, p. 2):

O trabalho é tão antigo quanto o homem. As histórias do homem e do trabalho se confundem, pois nos primórdios o homem trabalhava para garantir sua sobrevivência e de sua prole. [...]. O desenvolvimento da humanidade e o surgimento de novas necessidades levaram o homem a realizar novos tipos de trabalhos compostos por atividades que certas vezes ofereciam riscos à sua segurança, o que causou muitos acidentes e a perda de inúmeras vidas.

Ao longo da história o homem passou a observar os acidentes, as consequências e as formas de prevenção dos mesmos, a fim de evitar os danos mais graves. Assim surgiram diversos estudos sobre os riscos ocupacionais.

Dessa maneira, cumpre destacar que os riscos ocupacionais, ou riscos aos quais os trabalhadores estão expostos em seus postos de trabalho, são conhecidos há muito tempo, mas conforme informam Camargo e Oliveira (2004, p. 157):

[...] somente na metade do século passado o avanço da medicina preventiva, a

conscientização daqueles envolvidos, o surgimento de órgãos regulamentadores e, por conseguinte, as leis específicas de proteção à saúde ocupacional, tornaram efetiva a implementação de medidas eficazes na proteção dos trabalhadores e prevenção desses agravos.

Desse modo, entender a relação entre o homem e seu trabalho leva ao conhecimento acerca dos riscos aos quais os trabalhadores ficam expostos. Esta compreensão é extremamente relevante uma vez que o conforto no desempenho das mais diversas atividades ocupacionais é um compromisso que todas as empresas devem manter, inclusive como mandamento constitucional (art. 7, inciso XXII, CRFB/88) além de ser condição que – segundo diversos estudos publicados – favorece uma maior produtividade melhorando o potencial produtivo do empreendimento.

As questões referentes aos riscos ambientais é tão importante e de relevância que “existem muitos modelos para garantir a participação dos trabalhadores e dos seus representantes nos sistemas de segurança e saúde no trabalho (ARAÚJO, 2013, p. 67)”. A variedade também se justifica pelo fato de que existe uma imensa gama de atividades nas quais os riscos se apresentam de maneiras diversas.

Primeiramente se faz necessário conhecer e entender os riscos existentes e aos quais os trabalhadores estão expostos. Para tanto se explica que os riscos ambientais são elementos ou substâncias presentes em diversos ambientes e podem ser de diversas origens tais como: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos ou mecânicos, os quais estando acima dos limites de tolerância podem ocasionar danos à saúde das pessoas nos mais diversos ambientes. No entendimento de Lapa (2017, p. 1) os fatores de riscos ambientais são cinco e, o Autor, os define da seguinte forma:

- Fatores físicos: são aqueles relacionados a alguma forma de energia expostos aos funcionários, como ruídos, pressões anormais, vibrações, temperaturas extremas, radiações ionizantes e não ionizantes, radiações e até mesmo umidade.
- Fatores químicos: são os produtos, compostos e substâncias que podem entrar pela via respiratória, como poeiras, gases, vapores, névoas, neblinas e fumos ou, também, aqueles que podem ser absorvidos pelo organismo através do contato, seja através da pele ou ingestão.
- Fatores biológicos: são os fatores compostos por micro-organismos que podem infectar os indivíduos por meio das vias respiratórias, pele ou ingestão também, como bactérias, parasitas, vírus, fungos, protozoários, bacilos, etc.
- Fatores de acidentes: fatores que colocam o trabalhador em uma situação

vulnerável e que afetem sua integridade e bem-estar físico e psíquico, como máquinas e equipamentos sem as devidas proteções, ferramentas inapropriadas ou com defeito, falta de iluminação adequada, problemas com a eletricidade, probabilidades de incêndios ou explosões, entre outros.

Fatores ergonômicos são aqueles riscos causados por qualquer fator que interfira nas características psicofisiológicas dos trabalhadores, resultando em algum desconforto ou danos à saúde.

Fatores ergonômicos são aqueles causados por qualquer fator que interfira nas características psicofisiológicas dos trabalhadores, resultando em algum desconforto ou danos à saúde.

– Fatores ergonômicos: por fim, esses são aqueles causados por qualquer fator que interfira nas características psicofisiológicas dos trabalhadores, resultando em algum desconforto ou danos à saúde. Como exemplos, temos o esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso, postura inapropriada, imposição de ritmos excessivos (jornadas de trabalho prolongadas e trabalhos em turnos seguidos), repetitividade e outras situações que causem estresse.

Os riscos ambientais são classificados em 5 grupos específicos, são eles: Riscos Químicos, Físicos, Biológicos, Ergonômicos e de Acidentes. Sendo que estes dois últimos (ergonômico e de acidentes) não são contemplados pela NR 09 e nem pela NR 15. Os agentes de natureza ergonômica são examinados através da Norma Regulamentadora de número 17.

Ainda, em termos de legislação, no Brasil, a portaria, do Ministério da Economia (antigo Ministério do Trabalho e Previdência Social), número 3.214/78 (BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA), diz que são “[...] riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador”.

Ainda segundo a mesma Portaria n. 3.214, NR9 (BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA) agentes físicos são: “[...] as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom”.

Os riscos químicos são “[...] o perigo a que determinado indivíduo está exposto ao manipular produtos químicos que podem causar-lhe danos físicos ou prejudicar-lhe a saúde” (DEPARTAMENTO DE QUÍMICA UFPR, 2004, p. 1). Agentes químicos são, segundo Portaria n. 3.214, NR9 (BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA):

[...] as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou

vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Segundo a Portaria GM 3.214, NR9 (BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA) “consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros”. Esta espécie de risco é extremamente perigosa em razão de que é imperceptível e de que pode atingir uma grande massa de trabalhadores num mesmo local.

Existem, também, os riscos mecânicos ou também conhecidos como riscos de acidentes, os quais são entendidos como “[...] aqueles provocados pelos agentes que demandam o contato físico direto com a vítima para manifestar sua nocividade (MATTOS, MÁSCULO, 2011, p. 37)”. Em tal modalidade é possível citar, por exemplo, o contato com uma lâmina que provoca um corte, a exposição a condições não ideais de operação de máquinas, como disposição física inadequada, uso de equipamentos sem a devida proteção, mau funcionamento dos aparelhos, exposição à eletricidade, inadequação em armazenamento, etc.

Por fim, tem-se a modalidade dos riscos ergonômicos, os quais são “[...] aqueles introduzidos no processo de trabalho por agentes (máquinas, métodos, etc.) inadequados às limitações de seus usuários (MATTOS, MÁSCULO, 2011, p. 39)”. Estes riscos provocam desconforto e, com o passar do tempo e falta de cuidados, provocam danos que podem ser graves à saúde. Como exemplos desse risco estão máquinas, tarefas ou componentes de trabalho que sejam desproporcionais à capacidade das pessoas gerando esforço em excesso, transporte manual de peso, estações de trabalho que demandam postura inadequada, ritmos laborais excessivos, tarefas monótonas e repetitivas e controle rígido de produtividade.

Em termos legislativos importa, ainda, destacar o artigo 7º, inciso XXII, da Constituição Federal (BRASIL, 1988), segundo o qual a “redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança” é direito dos trabalhadores urbanos e rurais. Tais cuidados envolvem medidas a serem propostas pelos empregadores em conjunto com os empregados, uma vez que estes conhecem na prática todas as especificidades das atividades laborais.

Por fim, conclui-se que “as mudanças a serem recomendadas pelo ergonomista têm de ponderar sobre esses fatores, levando em consideração a

análise da atividade de trabalho e do serviço prescrito, a assimilação das diversas conexões da empresa e os atores e interlocutores da corporação (CORRÊA E BOLETTI, 2015, p. 110)”.

Logo, todo meio ambiente de trabalho expõe o trabalhador a agentes que, em desacordo com os regramentos vigentes, podem causar danos. Neste contexto é preciso, em todas as atividades laborais, observar a natureza, a concentração/intensidade e tempo de exposição dos trabalhadores a toda uma série de agentes que podem ser causadores de danos a saúde do trabalhador.

Considerando o grande número de atividades existentes é impossível elencar todos os riscos aos quais os trabalhadores estão sujeitos, dessa forma os estudos e normativas existentes servem ao intuito de delinear a existência destes riscos apresentando um rol que não é taxativo. O certo é que todas as empresas devem elaborar o estudo de riscos, com a produção de um mapa de riscos indicativo para cada setor da empresa, a fim de que seja possível a melhor análise dos diversos ambientes de trabalho. Nesse sentido o quadro existente no anexo IV da Portaria 25 de 29/12/1994.

Quadro 1 Classificação dos riscos ocupacionais

<b>FÍSICO (01.01.000)</b>	<b>QUÍMICO (02.01.000)</b>	<b>BIOLÓGICO (03.01.000)</b>	<b>ERGONÔMICO (04.01.000)</b>	<b>ACIDENTE (MECÂNICO) (05.01.000)</b>
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: anexo IV da Portaria 25 de 29/12/1994.

Portanto, a prevenção dos riscos ambientais mantém a integridade e

saúde dos trabalhadores, bem como a proporciona melhores resultados para a empresa e menores custos que pode evitar a substituição de um trabalhador adoentado.

## 2.2 O SOM E O RUÍDO

Considerando que a base da presente pesquisa é a análise de ruído dentro de uma fábrica de rações se faz necessário compreender mais detidamente alguns aspectos relevantes acerca deste tema.

Desse modo, a primeira informação a ser apresentada aqui diz respeito a diferença acerca dos conceitos de som e de ruído, sendo que o primeiro se refere às sensações produzidas no sistema auditivo e ruído é um som indesejável (BISTAFA, 2018, p. 17).

Assim, conforme aduz Gerges (1992, p. 35) “o som é parte da vida diária e apresenta-se, por exemplo, como: música, canto dos pássaros, uma batida na porta, o tilintar do telefone, as ondas do mar, etc.” enquanto que os ruídos são os sons “[...] desagradáveis e indesejáveis [...]”.

Para Maia (2001) o som é definido como sendo ondas mecânicas longitudinais que se propagam em meios sólidos, líquidos e gasosos e da intervenção destes meios surgem as vibrações – ondas sonoras. Estas vibrações são transmitidas por compressões e rarefações até atingirem o ouvido. Sucessivas frentes de ondas atingem o tímpano do ouvido que vibra na mesma frequência da fonte gerando uma sensibilização do nervo auditivo o qual transmite impulsos para o cérebro onde surge a sensação auditiva.

Já para Saliba “o som é qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas (2021, p. 21)”. No mesmo sentido Gonçalves (1967, p. 240) afirma que “som é o efeito produzido por ondas mecânicas longitudinais capazes de impressionar o ouvido humano”.

Wertzner (2019, p. 1) explica que:

O som é uma vibração que se propaga num meio elástico e que produzem o estímulo para a audição. O ser humano normal médio consegue distinguir, ou ouvir, sons na faixa de frequência que varia de 20 Hz a 20.000 Hz. Acima deste

intervalo, os sinais são conhecidos como ultrassons e abaixo dele, infrassons.

Enquanto que, para Fischer (1989, p. 158), “o som é produzido por vibração de materiais sólidos ou líquidos ou, ainda, de moléculas de ar e propagado através de ondas longitudinais”.

A partir das definições apresentadas é possível afirmar que o som é uma onda capaz de propagar-se pelo ar e por outros meios a partir da vibração de suas moléculas.

Por fim, cumpre esclarecer que o som é representado por flutuações de pressão e que “[...] não são todas as flutuações de pressão que produzem a sensação de audição quando atingem o ouvido humano (GERGES, 1992, p. 35)”.

Importante destacar que o som possui características, dentre elas estão:

**Altura:** A altura do som diz respeito à sua frequência. Sons altos são aqueles que apresentam grandes frequências, também chamados de sons agudos. Os sons baixos, por sua vez, são aqueles que apresentam baixas frequências, tratando-se, portanto, de sons graves.

**Intensidade:** A intensidade do som diz respeito à quantidade de energia que a onda sonora transmite. Essa intensidade está relacionada à amplitude da onda sonora: quanto maior a sua amplitude, maior será sua intensidade. Essa propriedade do som é medida em decibel: sons intensos são chamados de sons fortes, enquanto os sons de baixa intensidade são chamados de sons fracos.

**Timbre:** O timbre do som é o que nos permite distinguir a natureza de sua fonte. Ao ouvirmos dois sons de mesma frequência e intensidade, mas que foram produzidos por instrumentos diferentes, podemos facilmente diferenciá-los. O timbre é o modo de vibração da onda sonora, e cada fonte sonora possui o seu timbre característico. (HELERBROCK, 2021, p. 1)

Conforme explicado acima o som é definido como sendo uma onda e, por tal razão, em seu movimento pode sofrer modificações. Dentre estas modificações estão:

**Reflexão:** A reflexão acontece quando o som é emitido em direção a algum anteparo elástico. A reflexão do som dá origem ao eco sonoro, por exemplo.

**Absorção:** Alguns meios são capazes de absorver as ondas sonoras, funcionando, assim, como bons abafadores de som. As câmaras anecoicas são exemplos práticos da absorção sonora, quase nenhum som externo é capaz de entrar nessas câmaras.

**Refração:** A refração ocorre quando o som muda de meio e sofre mudanças de velocidade. Esse fenômeno é especialmente útil para a realização dos exames de ultrassonografia.

**Difração:** Se o som passar através de algum obstáculo ou fenda de dimensões parecidas com o seu comprimento de onda, ele sofrerá uma difração. A difração do som faz com que ele passe através de frestas, em baixo de portas,

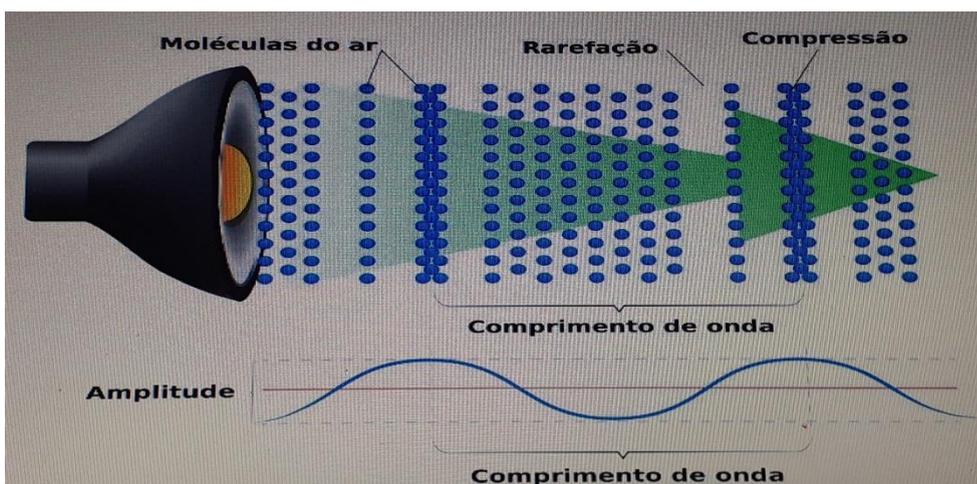
e possa ser ouvido.

Interferência: A interferência diz respeito à sobreposição das ondas sonoras, em alguns pontos do espaço, o som produzido por uma ou mais fontes irá sobrepor suas cristas e ondas, produzindo regiões de interferência construtiva e destrutiva. Em teatros e cinemas, o sistema de som é projetado de forma que haja o mínimo de regiões de interferência destrutiva. (HELERBROCK, 2021, p. 1)

Outra questão relevante acerca do som diz respeito a sua propagação, a qual se dá por meio de vibrações, as quais geram regiões de compressão e rarefação. Estas regiões dependem da elasticidade do meio onde estão. Ou seja, “o som necessita de um meio físico, sólido, líquido ou gasoso, para se propagar (para chegar de um lado a outro)” (NETA, 2021, p. 1).

Este fato se dá de acordo como na figura abaixo:

Figura 1 Movimentos de propagação das ondas sonoras



Fonte: Helerbrock, 2021.

Desse modo “quando uma fonte sonora produz uma vibração, esta é transmitida, por choque, aos corpúsculos mais próximos” e “esta vibração é comunicada aos corpúsculos seguintes através dos choques entre eles” (NETA, 2021, p. 1).

Ainda, em razão da conceituação do som, o qual é uma onda se faz necessário apontar suas propriedades, as quais são:

A velocidade ( $v$ ) do som depende do meio no qual ele é propagado, meios físicos de maior elasticidade tendem a propagar o som com mais facilidade, em razão da proximidade entre as suas moléculas. Para comparação, enquanto o som propaga-se no ar a uma velocidade próxima de 340 m/s, sua velocidade

de propagação pode superar 5000 m/s, quando ele é propagado em uma barra de ferro.

A frequência (f) de uma onda sonora é medida em Hz, essa frequência define a sua altura, isto é, quanto maior é a frequência do som, mais agudo, ou alto, esse som é. Ao contrário, sons de baixas frequências são chamados de sons graves, ou baixos. Os seres humanos são capazes de perceber somente sons entre 20 Hz e 20.000 Hz.

O comprimento de onda ( $\lambda$ ) do som é o espaço necessário para que a onda sonora produza uma oscilação completa, também pode ser entendido como a distância entre duas cristas ou dois vales de uma onda. Metade de um comprimento de onda é o equivalente à distância entre uma crista e um vale.

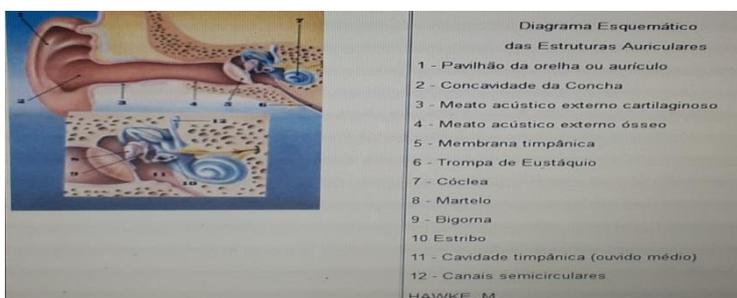
A amplitude da onda sonora define a sua intensidade, ou a quantidade de energia que essa onda carrega consigo, que também pode ser entendida como o “volume do som”. (HELERBROCK, 2021, p. 1)

É com todo esse conjunto de características que o som chega para os seres humanos, sendo percebido pelo aparelho auditivo. O aparelho auditivo está concentrado, em sua maior parte, no interior da cabeça, sendo dividido em três partes: ouvido externo (onde está o canal auditivo); ouvido médio ou cavidade timpânica (onde se encontram o tímpano, a bigorna, o martelo e o estribo) e ouvido interno (onde se concentram o estribo, o nervo auditivo e o caracol - também conhecido por cóclea) (ANJOS, 2021, p. 1).

Todas as formas de som audíveis são percebidas pelos seres humanos no ouvido. Souza (1998, p. 107) explica que:

O ouvido é o órgão da audição e do equilíbrio, sendo suas partes denominadas: ouvido externo, médio e interno. O ouvido externo é constituído pelo pavilhão auricular e meato acústico externo. Sua forma, dependendo da posição do ouvido em relação à fonte sonora, pode ser responsável por um acréscimo de 07 a 10 dB na faixa de frequência de 2.000 a 5.000 Hz. O ouvido médio possui uma forma de cunha e mede aproximadamente 15 mm.

**Figura 2 Diagrama esquemático das estruturas auriculares**



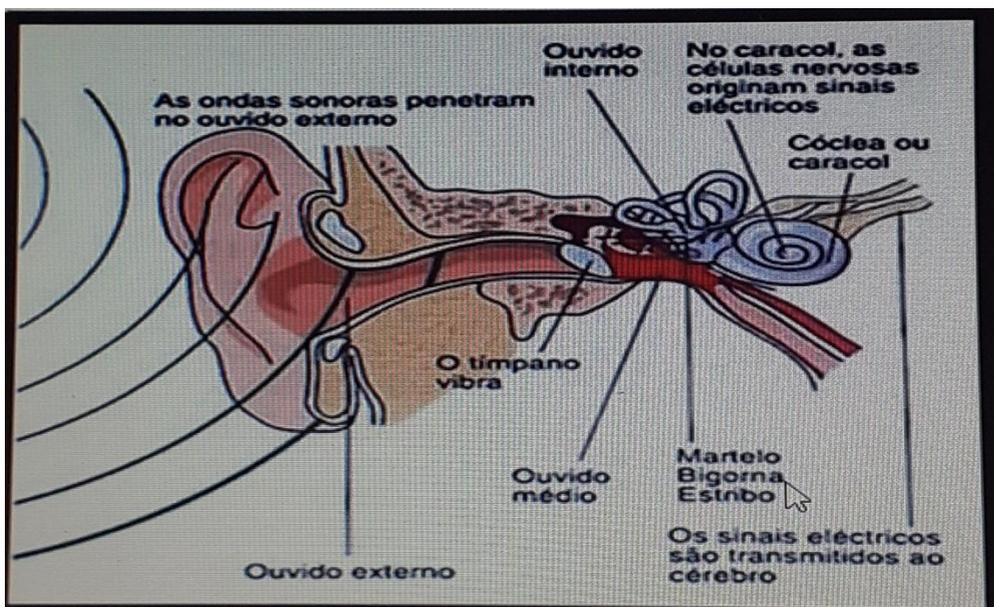
Fonte: Souza, 1998.

Ainda conforme explica Souza (1998, p. 107):

A função principal do ouvido externo e do médio é a de conduzir a energia acústica eficientemente até a cóclea, onde é convertida em impulsos, no nervo auditivo. As ondas sonoras entram pelo meato acústico externo, atingem a membrana timpânica e a fazem vibrar. Estas vibrações são transmitidas à bigorna e ao estribo pelo martelo. A platina do estribo, movendo-se para frente e para trás na janela oval, faz com que o fluido coclear se mova também. O deslocamento deste fluido produz alternadamente depressões e elevações da membrana basilar (onde estão localizadas as células ciliadas internas e externas). Vai chegar então ao centro auditivo do lobo temporal da córtex cerebral, através de vias como o núcleo coclear, oliva superior, leminisco lateral, colículo inferior e corpo geniculado medial. A percepção da direcionalidade do som ocorre através do processo de correlação cruzada entre os dois ouvidos. A diferença de tempo entre a chegada do som nos dois ouvidos fornece informação sobre a direção de chegada, sendo necessário, por isso, manter os dois ouvidos sem perda de sensibilidade. O aparelho vestibular funciona para controlar a posição e o movimento do corpo no espaço. Os órgãos otolíticos auxiliam o equilíbrio postural pelo controle do tônus muscular em todo o corpo.

A figura abaixo exemplifica mais claramente o conjunto que forma o aparelho auditivo:

Figura 3 Divisões do ouvido humano



Fonte: Anjos, 2021.

Segundo Helerbrock (2021, p. 1):

Os seres humanos são capazes de ouvir uma faixa de frequências sonoras, chamada de espectro audível, que se estende entre 20 Hz e 20.000 Hz, aproximadamente. Os sons de frequências menores que 20 Hz são chamados de infrassons, enquanto os sons de frequências superiores a 20.000 Hz são chamados de ultrassons. Outros animais, tais como cães, gatos e morcegos

são capazes de ouvir faixas muito mais amplas de frequências. A velocidade com que as ondas sonoras são propagadas depende, exclusivamente, das características do meio em que se deslocam, no ar, a velocidade do som é de aproximadamente 340 m/s.

Dessa forma o aparelho percebe os sons e é ele que identifica a existência de sons audíveis e agradáveis para os seres humanos e, também, de sons que não podem ser percebidos, bem como os que causam desconforto e incômodo – chamados ruídos.

Os ruídos são tema de estudo em diversas áreas do conhecimento, destacando-se na presente pesquisa aqueles referentes à saúde do trabalhador. Andrés assevera que o ruído:

[...] expressa uma sensação subjetiva auditiva, originada por movimento vibratório e propagada através de meios sólidos, líquidos ou gasosos, com uma velocidade diferente, segundo o meio empregado em sua propagação; psicologicamente, entendemos por ruído uma sensação auditiva desagradável. (ANDRES, apud SOUZA, 1998, p. 107).

Para Corrêa e Boletti “os ruídos são os sons indesejados presentes no ambiente, que aumentam o desconforto do usuário à medida que sua intensidade cresce (2015, p. 52)”. Os ruídos podem ser externos (vindos de fora) ou internos (gerados dentro de uma edificação). Os primeiros têm como fontes mais relevantes o tráfego, a indústria e a vizinhança.

Para Fiedler (et. al., 2002, p. 122) “o ruído é um som, ou complexo de sons, que causa sensação de desconforto auditivo, afetando física e psicologicamente o ser humano, e dependendo de seus níveis pode causar neuroses e lesões auditivas irreversíveis no trabalhador”.

O ruído faz parte do grupo dos riscos físicos e, conforme Corrêa e Boletti (2015, p. 52):

[...] a natureza e extensão do incômodo dependem de um número de fatores subjetivos e objetivos, sendo os mais importantes os seguintes: 1. Quanto mais alto o ruído, e quanto mais altas frequências ele contém, mais pessoas são afetadas por ele. 2. Ruídos não familiares e intermitentes geram mais problemas do que os ruídos familiares e contínuos. 3. Um fator decisivo é a experiência prévia da pessoa com o ruído. Um ruído que sempre perturba o sono, que gera ansiedade ou que interfere nas atividades é particularmente perturbador. 4. A atitude de uma pessoa em relação à fonte de ruído é, muitas vezes, de especial importância. Motociclistas, trabalhadores, crianças ou músicos não são perturbados pelo ruído gerado por suas próprias atividades,

enquanto uma pessoa que não participa da atividade é perturbada numa extensão que depende do quanto ela desgosta do som produzido, da situação em que ele é gerado ou da pessoa que causa o ruído. 5. A extensão da perturbação pelo ruído geralmente depende do que a pessoa afetada está fazendo e em que hora do dia ele ocorre. Em casa, uma pessoa é menos perturbada pelo ruído contínuo do tráfego e sons chegando dos vizinhos, durante todo o dia, do que uma pessoa, durante uma breve pausa do meio-dia, que está tentando descansar e relaxar. O ruído de papeis perturba uma aula, enquanto que não seria percebido na rua.

Considerando a gravidade que o excesso de exposição aos ruídos pode provocar às pessoas expostas a eles muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para avaliar a intensidade de ruídos nos diversos ambientes e capacidade que as pessoas têm de suportar estes sons em seus diversos graus. Nesse sentido o seguinte quadro:

**Quadro 2 Níveis de picos de ruído industrial em dB (A)**

<b>Níveis de picos de ruído industrial em dB (A)</b>	
<b>Local ou fonte de ruído</b>	<b>Nível de ruído em dB (A)</b>
Tiro de espingarda, bancada de provas de motores	130
Perfuratriz pneumática	120
Broca de ar comprimido	115 a 120
Peneira por vibração, motosserra, rebitadora a ar comprimido, fresa elétrica, martelo pneumático	105 a 115
Moinhos, teares, serras circulares, sala de caldeiras, máquinas de puncionar, tecelagens	100 a 105
Motores elétricos, rotativas, trefiladoras, serrarias, tipografias, enchimento de garrafas em cervejaria	90 a 95
Máquinas ferramenta (sem carga)	80
Motor de avião a jato	120

Fonte: Kroemer, Grandjean, 2007, p. 257.

Para avaliar se há um contato danoso com este agente é necessário elaborar um estudo a fim de medir o nível de ruído equivalente e o nível de frequência acumulada considerando as referências já existentes na legislação brasileira. Isto porque “[...] frequência e amplitude do som são levadas em consideração na determinação da audibilidade humana (GERGES, 1992, p. 37)” Sendo que:

O nível equivalente de ruído contínuo ( $L_{eq}$ ) expressa o nível médio de energia sonora durante um dado período de tempo (o nível de energia). Esta quantidade é uma integração de todos os níveis sonoros que variam durante este tempo, e compara o efeito perturbador dos ruídos flutuantes com um ruído contínuo de intensidade constante. (KROEMER, GRANDJEAN, 2007, p. 256)

Enquanto que o nível de frequência acumulada, conforme Kroemer e Grandjean:

[...] é medido com um indicador de nível sonoro e um contador de frequência, operando sobre um dado período de tempo. As unidades comumente usadas na medição de som incluem: 1. L50 (nível médio de ruído). “L50 = 60 dB” significa que o nível de 60dB foi alcançado ou excedido durante 50% do tempo relevante. 2. L1 (nível do pico de ruído). “L1 = 70 dB” significa que o nível de 70 dB foi alcançado ou excedido durante 1% do tempo (2007, p. 256).

Por fim, importa destacar que “o primeiro efeito fisiológico de exposição a níveis altos de ruído, é a perda de audição na banda de frequência de 4 a 6 kHz. Geralmente o efeito é acompanhado pela sensação de percepção do ruído após o afastamento do campo ruidoso (GERGES, 1992, p. 80)”.

Oliver (2018, p. 1) apresenta um estudo sobre poluição sonora publicado no British Medical Bulletin, segundo o qual os trabalhadores expostos a níveis elevados de ruídos podem apresentar os seguintes sintomas: hipertensão; capacidade reduzida de aprender; falta de produtividade; doença cardíaca e diminuição ou perda auditiva permanente.

Dessa forma, a análise dos ruídos dentro do ambiente de trabalho é medida que se impõe haja vista que pode levar ao afastamento de um trabalhador por tempo indeterminado aumentando os custos operacionais da empresa e gerando graves danos à saúde do mesmo.

Desse modo, as empresas devem estabelecer métodos de segurança no trabalho a fim de “[...] controlar os riscos associados ao local de trabalho e ao processo produtivo, quer ao nível dos equipamentos e matérias-primas, quer ao nível do ambiente de trabalho, etc. o objetivo primordial é a prevenção de acidentes” (ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA, 2021, p. 1).

Portanto a melhor forma de evitar a exposição aos sons danosos aos trabalhadores passa pela elaboração de estudos, criação e aplicação de estratégias que amenizam os riscos da exposição.

### 2.2.1 Equipamentos de medição de ruído

Considerando os graves impactos à saúde que a exposição aos ruídos podem provocar e a necessidade de conhecer este risco no meio laboral há, no mercado diversos aparelhos de medição, os quais são utilizados para compreender melhor os níveis de exposição dos trabalhadores.

Os aparelhos de medição sonora são indispensáveis para os empregadores, especialmente no setor industrial, e o mercado possui uma grande diversidade de equipamentos. Em razão desta grande diversidade de equipamentos é necessário ter em mente alguns parâmetros, tais como:

1. Grau de precisão: capacidade do equipamento em fornecer resultados que possam ser considerados confiáveis, sendo divididos os equipamentos em dois tipos: Tipo I e Tipo II, conforme definida pela norma IEC 61672. Os equipamentos Tipo I possuem grau de precisão de +/- 0,7 dB, enquanto que os equipamentos de Tipo II possuem grau de precisão de +/- 1,0 dB.
2. Reprodução de dados: O equipamento necessita de capacidade de reproduzir a mesma resposta quando submetido ao mesmo estímulo realizado. Isso pode ser visto quando se coloca um sinal de referência (estímulo) de um calibrador sobre um microfone, por exemplo, 114 dB com sinal de frequência de 1kHz.
3. Sensibilidade: O equipamento necessita ter a capacidade de fornecer respostas para as pequenas diferenças de estímulo. Pode ser definida como a menor mudança na variável medida capaz de provocar uma mudança na resposta do instrumento.
4. Tempo de Resposta: É definido como o momento em que o equipamento fornece a resposta ao estímulo, baseado na diferença de tempo entre o instante no qual o sensor é ativado.
5. Estabilidade dos dados: O equipamento necessita ter a capacidade de reter os dados e manter a sua performance com qualidade e respeitando aos parâmetros técnicos estabelecidos por normas nacionais e internacionais durante o período de medição do estudo.
6. Portabilidade: Os equipamentos que possuem características de portabilidade tornam-se mais confortáveis para utilização e mais compactos para armazenamento.
7. Simplicidade: O equipamento necessita ter características de fácil utilização e de operação, ter a possibilidade de estar no idioma do usuário.
8. Interface entre Hardware e Software: É fundamental que o equipamento possua interface com software para que haja gestão dos dados coletados no campo de estudo.
9. Ampla escala (range) de medição: o equipamento necessita ter a capacidade de realizar a medição de níveis de pressão sonora em baixos e altos níveis dentro de uma mesma escala (range).
10. Durabilidade: É fundamental que o equipamento possua características de durabilidade e que consiga operar bem em ambientes industriais pesadas. É importante lembrar que, geralmente, os equipamentos eletrônicos tem tempo de “depreciação” de cinco anos, porém isso pode variar diante as condições gerais de utilização. (ROCHA; BASTOS, 2017, p. 94)

A saúde dos trabalhadores tem ocupado lugar de destaque em diversos estudos e pesquisas, os quais têm proposto muitas melhorias a fim de que os trabalhadores possam desempenhar suas atividades de forma mais saudável evitando ou amenizando os problemas de saúde e, ainda, objetivando manter a produtividade dos mesmos.

Tais propostas são elaboradas após a realização de pesquisas e estudos e, no que diz respeito aos ruídos a forma de medição deste agente está prevista na NR-15 (BRASIL, 2020, p. 1). Segundo tal normativa:

Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador.

Também se faz necessário citar o Decreto-Lei n. 182/2006, segundo o qual:

[...] os instrumentos de medição devem dispor das características temporais necessárias em função do tipo de ruído a medir e das ponderações em frequência A e C e cumprir, no mínimo, os requisitos equivalentes aos da classe de exatidão 2, de acordo com a normalização internacional, sendo preferível a utilização de sonômetros da classe 1, para maior exatidão das medições.

As medições poderão ser realizadas com diversos tipos de equipamentos dentre eles: “[...] sonômetros, dosímetros, registradores gráficos e registradores em fita magnética, existindo diversos tipos e marcas destes equipamentos (OLIVEIRA, 2021, p. 1)”. Depois de adquiridos estes equipamentos devem ser auferidos, periodicamente, por laboratórios especializados.

Os sonômetros, segundo aduz Oliveira (2021, p. 1) são:

[...] são equipamentos utilizados, preferencialmente, para avaliar a exposição ao ruído dos trabalhadores cujas tarefas são fixas num determinado local ou executam apenas uma única tarefa. As medições devem ser feitas com o microfone posicionado no local onde normalmente se encontra a cabeça do trabalhador durante a execução normal do seu trabalho ou das tarefas.

Já os dosímetros são colocados no trabalhador a ser avaliado e:

[...] têm como característica principal a realização de medições em intervalos maiores de tempo, fornecendo, mediante operação de integração, a dose ou o nível equivalente de ruído a que o trabalhador se encontra submetido, mensuração esta que tende a se aproximar mais (e ser representativa) da realidade da exposição ocupacional (PEREIRA, 2015, p. 102).

**Figura 4 Dosímetro**



Fonte: ITEST, disponível em: <https://www.itest.com.br/seguranca-e-medicina-do-trabalho/dosimetro-de-ruído/dosimetro-de-ruído-dos-600- apenas-1x-na-promocao--p>>.

Enquanto que os medidores de nível de pressão (decibelímetros):

[...] são equipamentos que efetuam a mensuração ou leitura instantânea dos níveis de ruído, podendo ser realizada medição única ou diversas medições isoladas, conforme os fins pretendidos. Podem ser convencionais, quando somente realizam medições instantâneas, ou ainda podem ser do tipo integradores, quando oferecem a possibilidade de apuração do nível equivalente de ruído (Leq) entre as diversas medições instantâneas efetuadas (PEREIRA, 2015, p. 102).

Para o presente estudo foi utilizado o Dosímetro (DOS 500):

**Figura 5 Dosímetro**



Fonte: o Autor.

A diferença entre os dois equipamentos está no fato de que o Decibelímetro mede o ruído instantâneo da atividade enquanto que o Dosímetro avalia a dose média de ruído recebida pelo operador durante a jornada de trabalho (MINETTI, et. al., 1998, p. 327).

Ainda acerca dos equipamentos importa salientar que cada tipo de medidor possui indicações de uso diversas, conforme de depreende da quadro<sup>1</sup> abaixo:

**Quadro 3 Indicação medidores de pressão sonora**

Indicações para uso de medidores de pressão sonora				
	Tipo 0	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Aplicações	Padrão de referência de laboratório de ensaio	Estudos de campo de laboratório de controle ambiente	Aplicações gerais	Medições preliminares para verificar os níveis de ruídos

Fonte: Souza, 1998.

Acerca da medição do ruído Souza (1998, p. 107) esclarece que:

<sup>1</sup> SOUZA, 1998, p. 107.

Toda medição consiste em calcular quantas vezes uma determinada unidade está contida na grandeza a ser medida. A pressão sonora no ar representa a variação da pressão atmosférica em relação a um valor de referência, percebido pelo ouvido. O ouvido humano responde a uma larga faixa de intensidade acústica, desde o limiar da audição até o limite da dor como, por exemplo: a 1000 Hz a intensidade acústica capaz de causar a sensação de dor é de 1014 vezes a intensidade capaz de causar sensação de audição. Pela dificuldade de se expressar números de ordens de grandezas tão diferentes em uma escala linear, utiliza-se, então, a escala logarítmica. Um valor de divisão adequado a esta escala seria  $\log 10$ , sendo que a razão das intensidades do exemplo acima seria representada por  $\log 1014$  divisões da escala. Ao valor de divisão de escala  $\log 10$ , dá-se o nome de Bel que é um valor de divisão de escala muito grande, usando-se, então, o decibel (dB) que é um décimo do Bel. Um decibel, portanto, corresponde a  $100,1 = 1,26$ , ou seja, é igual à variação na intensidade de 1,26 vezes. Uma mudança de 3 dB corresponde a  $100,3 = 2$ . Ao se dobrar a intensidade sonora, observa-se um acréscimo de 3 dB. Sempre que se observar um acréscimo de 3 dB no nível de pressão sonora, pode-se dizer que se tem um risco duplicado. Outra observação importante diz respeito à duplicação da distância da fonte emissora, que produz um decréscimo de 6 dB. Exemplificando: se uma fonte emite ruído avaliado em 82 dB a 4 m, a 8m de distância o nível de ruído será de 76 dB. O nível de Pressão Sonora pode ser, então, definido como uma relação logarítmica expressa como:  $NPS = 20 \log P/P_0$ , onde P é o valor eficaz de pressão medida em Pascal ou N/m<sup>2</sup> e P<sub>0</sub> é o valor de referência (menor pressão percebida pelo ouvido humano a 100Hz) equivalente a  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> ou 20µ m Pa (Iso 1.683/83). Como os níveis de ruído variam de maneira aleatória no tempo, utiliza-se medir o nível equivalente (Leq), expresso em dB, que representa a média de energia sonora durante um intervalo de tempo. É um método de análise de valores médios através de aproximação matemática. Este valor já é calculado normal e automaticamente por alguns instrumentos de medição de ruído. A dose de ruído é uma variante do nível equivalente, com o tempo de medição fixado em 8 horas, tempo máximo normalmente estabelecido para limites de tolerância.

Os impactos sonoros, na saúde dos trabalhadores, somente podem ser definidos a partir do processo de medição dos ruídos nos ambientes. E a partir de tal análise é dever de todos - empresas e empregados - estabelecer métodos para diminuir o impacto deste agente na saúde.

### **2.2.2 Instalação e utilização de equipamentos de medição**

Para identificar a emissão de ruídos e avaliar os limites de tolerância aos ruídos é necessário realizar um procedimento de medição.

Para tal atividade ser desenvolvida é necessário que os equipamentos de medição, a serem utilizados, estejam calibrados e em perfeitas condições eletromecânicas. Assim é necessário:

- verificar a integridade eletromecânica e coerência na resposta do instrumento;
- verificar as condições de carga das baterias;
- ajustar os parâmetros de medição, conforme o critério a ser utilizado;
- efetuar a calibração de acordo com as instruções do fabricante (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2001, p. 21).

Ainda, conforme as orientações do Ministério do Trabalho (2001) o microfone deve estar:

[...] posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador, de forma a fornecer dados representativos da exposição ocupacional diária ao ruído a que está submetido o trabalhador no exercício de suas funções. No caso de medidores de uso pessoal, o microfone deve ser posicionado sobre o ombro, preso na vestimenta, dentro da zona auditiva do trabalhador.

O instrumento de medição deverá ser utilizado conforme a figura abaixo:

**Figura 6 Imagem do modo de utilizar o medidor de ruído**



Fonte: o Autor

Importa salientar que se forem identificadas diferenças significativas entre os níveis de pressão sonora que atingem os dois ouvidos, as medições deverão

ser realizadas do lado exposto ao maior nível. Também é relevante que, antes de iniciar o procedimento de medição o trabalhador a ser avaliado deve ser informado (Ministério do Trabalho, 2001):

- do objetivo do trabalho;
- que a medição não deve interferir em suas atividades habituais, devendo manter a sua rotina de trabalho;
- que as medições não efetuam gravação de conversas;
- que o equipamento ou microfone nele fixado só pode ser removido pelo avaliador;
- que o microfone nele fixado não pode ser tocado ou obstruído;
- sobre outros aspectos pertinentes.

Por fim, o MT orienta que os dados obtidos somente sejam validados se, após a medição, o equipamento mantiver as condições adequadas de uso. Deverão ser invalidados, efetuando-se nova medição, sempre que:

- a aferição da calibração acusar variação fora da faixa tolerada de  $\pm 1$  dB;
- nível de tensão de bateria estiver abaixo do mínimo aceitável;
- houver qualquer prejuízo à integridade eletromecânica do equipamento.

Outra indicação do MT (2001) é dirigida para o momento no qual se identifica a presença simultânea de ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, neste caso a avaliação da exposição ocupacional a ruído de impacto deve ser realizada de forma independente, utilizando-se os procedimentos específicos apresentados nesta Norma. Mas a participação do ruído de impacto também deve ser considerada na avaliação da exposição ao ruído contínuo ou intermitente.

Outra orientação do MT (2001) é dada para quando a análise de ruído for realizada com a utilização de medidores integradores, neste caso o ruído de impacto será:

[...] automaticamente computado na integração. No caso de utilização de medidores de leitura instantânea, as leituras que coincidirem com a ocorrência dos picos de impacto deverão ser normalmente computadas nos dados da medição.

Por fim, a medição de ruído contínuo ou intermitente com medidor integrador de uso pessoal possui procedimentos específicos, dentre os quais (MT, 2001):

- a) Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base

nas instruções do manual de operação e nos parâmetros especificados no item 6.2.1.1.

b) Coloque o medidor no trabalhador a ser avaliado e fixe o microfone dentro da zona auditiva, conforme item 6.3.

c) Posicione e fixe qualquer excesso de cabo de microfone para evitar qualquer dificuldade ou inconveniente ao usuário.

d) Adote as medidas necessárias para impedir que o usuário, ou outra pessoa, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos.

e) Inicie o processo de integração somente após o microfone estar devidamente ajustado e fixado no trabalhador.

f) Cheque o dosímetro periodicamente, durante a avaliação, para se assegurar de que o microfone está adequadamente posicionado e que o equipamento está em condições normais de operação.

g) Retire o microfone do trabalhador somente após a interrupção da medição.

h) Determine e registre o tempo efetivo de medição, sempre que a medição não cobrir a jornada integral de trabalho.

i) Quando a medição não cobrir toda a jornada de trabalho, a dose determinada para o período medido deve ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho, determinando-se a dose diária.

Por todo o exposto é possível afirmar que o procedimento de avaliação de ruídos é delicado e deve seguir as normativas para que os resultados possam ser analisados de forma a identificar a real situação do local estudado sendo possível indicar a melhor sugestão para amenizar os impactos para os trabalhadores.

### **2.2.3 Limites de tolerância e doses de exposição**

Os ruídos começam a ser perceptíveis a partir de 0 dB e tornam-se dolorosos em torno de 130 dB, sendo que valores maiores podem produzir danos ao aparelho auditivo (CARPES *apud* CORREA, 2015, p. 52).

O presente estudo não pretende aprofundar estudos em relação as unidades de medidas e forma de propagação do som, por meio de análise de escalas e gráficos, mas alguns conceitos precisam ser explicados, tais como o dB (decibel). Com tal intuito explica-se que:

A unidade física da pressão do som é o micropascal ( $\mu\text{Pa}$ ). O som mais fraco que o ouvido saudável de uma pessoa pode detectar está em torno de 20  $\mu\text{Pa}$ . Esta onda de pressão de 20  $\mu\text{Pa}$  é tão baixa que faz com que a membrana do ouvido interno sofra uma deflexão menor do que o diâmetro de um átomo. No entanto, o ouvido também pode tolerar pressões sonoras um milhão de vezes mais altas. A faixa de audição compreende todo som, desde o murmúrio de um riacho até o ruído de um avião a jato. Para acomodar uma faixa tão grande em uma escala prática, foi introduzida uma unidade logarítmica, o decibel (dB) (KROEMER; GRANDJEAN, 2007, p. 251-252)

Conforme a legislação em vigor e de acordo com a resolução Conama, NBR 10151/2000 e Condema “[...] os níveis de ruído toleráveis para áreas industriais são de 70dB durante o dia e 60 dB no período noturno. Acima de 70 dB o organismo inicia um processo de stress que afeta a saúde dos indivíduos aumentando os riscos de infarto, por exemplo, e outras doenças sérias (DpUnion, 2020, p. 1)”.

E, ainda, conforme a Norma Regulamentadora n. 15 (Anexo I) “para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, a exposição máxima permitida é de 85dB(A)” (BRASIL, NR 15, p.1).

Ainda, segundo a NR15, em seu anexo I, os limites de tolerância para o ruído contínuo ou intermitente são os elencados no seguinte quadro:

**Quadro 4 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente**

<b>NÍVEL DE RUÍDO DB (A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
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: NR15, Anexo I

Considerando as informações contidas nas normativas e, ainda, conforme ensina o Dr. Zocoli, é possível controlar o barulho causador de danos à saúde da audição de três formas, dentre as quais:

Controle na fonte: consiste em modificar ou excluir a mesma. Esta medida é complexa, pois tentativas de redução do nível de barulho causado por máquinas e equipamentos requerem estudos específicos dos seus funcionamentos, além do envolvimento no processo produtivo. Controle na trajetória: significa o uso de barreiras/confinamentos que evitem que parte dos ruídos, gerada na fonte, atinja o receptor. A eficiência da atenuação oferecida por uma barreira ou confinamento acústico depende da adequada combinação de materiais isolantes e absorventes. Controle na equipe/receptor: a utilização de meios de controle administrativos ou Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são recomendados quando tecnicamente não é possível controlar o ruído na fonte ou na trajetória, ou enquanto as medidas de controle não são estabelecidas. Os meios administrativos que podem ser utilizados para reduzir a dose diária de exposição podem ser: a) mudança de rotina, com redução do tempo de permanência nas áreas de maior ruído; b) rodízio de pessoal nas operações mais ruidosas; c) alteração de horários de execução de tarefas específicas que produzem alto nível de ruído e grande número de expostos (segregação do tempo).

Desse modo, todos, temos uma limitação de tolerância, a qual já está presente e determinada em diversos estudos e precisa ser analisada em diferentes locais, como é o caso da fábrica de rações na qual a presente pesquisa ocorreu.

#### **2.2.4 Aparelhos de proteção contra ruídos**

Ao tratar acerca da temática 'ruídos' não se pode deixar de falar sobre os aparelhos de proteção, afinal não existe, ainda, uma solução que isole completamente os ruídos das atividades quotidianas e, especialmente, dentro dos estabelecimentos laborais.

O EPI (equipamento de proteção individual) utilizado para proteger o trabalhador contra os ruídos é o protetor auricular. A utilização deste equipamento é obrigatória, pois é a melhor forma de proteção para o trabalhador.

Os protetores auriculares podem ser de dois tipos diferentes, sendo o primeiro do tipo inserção e do tipo concha. Sendo que os primeiros são colocados dentro do canal auditivo e o último é utilizado por sobre a cabeça cobrindo a

entrada do canal auditivo. Conforme as figuras a seguir:

**Figura 7 Protetores auriculares**



Fonte: Conecta FG (<http://conectafg.com.br/protetor-auricular-tipos-e-diferencas/>)

### **2.3 CONSEQUÊNCIAS NA SAÚDE**

A exposição aos agentes ambientais pode ser extremamente danosa à saúde de todos. No que diz respeito ao tema principal desta pesquisa é possível afirmar que vivemos em um mundo ruidoso, estando expostos a níveis elevados de ruídos em nossos trabalhos, nas ruas e nos ambientes de lazer. A esse respeito importa ressaltar que os impactos do ambiente de trabalho sobre a saúde física e mental dos trabalhadores são conhecidos desde muito tempo, conforme Camargo e Oliveira (*In* GUIMARÃES, GRUBITS, 2004, p. 157) mas:

[...] somente na metade do século passado o avanço da medicina preventiva, a conscientização daqueles envolvidos, o surgimento de órgãos regulamentadores e, por conseguinte, as leis específicas de proteção à saúde ocupacional, tornaram efetiva a implementação de medidas eficazes na proteção dos trabalhadores e prevenção desses agravos.

As questões relativas à proteção do trabalhador em relação aos agentes nocivos é tema das legislações de diversos países, e a esse respeito o Código do trabalho de Portugal (PORTUGAL, 2006, p. 367), em seu artigo 55, item 4, diz que:

[...] Se um trabalhador sofrer de uma doença identificável ou um efeito nocivo que possa ter sido provocado pela exposição a agentes biológicos, físicos ou químicos susceptíveis de implicar riscos para o patrimônio genético, o empregador deve: a) assegurar a vigilância contínua da saúde do trabalhador; b) repetir a avaliação dos riscos; c) rever as medidas tomadas para eliminar ou reduzir os riscos, tendo em conta o parecer do médico responsável pela vigilância da saúde do trabalhador e incluindo a possibilidade de afectar o trabalhador a outro posto de trabalho em que não haja riscos de exposição.

Assim, é possível afirmar que o ambiente de trabalho “[...] deve estar baseado no equilíbrio em que as tarefas são desenvolvidas, na salubridade e na ausência de agentes que comprometam a incolumidade físico-psíquica do trabalhador (COSTA, *apud* ROCHA, 2015)”.

Quando ocorre o desequilíbrio no ambiente de trabalho surgem as doenças. Para Corrêa e Boletti “as doenças ocupacionais ou profissionais, os acidentes e as doenças do trabalho constituem as principais causas de afastamento temporário do trabalho”, os mesmos explicam, ainda, que “a doença do trabalho é adquirida em decorrência do ambiente em que as atividades laborais são efetuadas, como níveis de ruído, condições de temperatura e de ventilação” (2015, p. 82).

Neste cenário é evidente que as empresas precisam produzir com eficiência e qualidade e para tanto é determinante a implantação de medidas que possibilitem avaliação, correção, controle e ações preventivas intensas. Sobre o tema Rojas (2015, p. 70) assevera que:

Considerando a influencia do meio ambiente na saúde e na segurança do trabalho, os profissionais dessa área devem aprimorar constantemente seus conhecimentos para atuar com eficiência. O conhecimento da legislação do trabalho e do meio ambiente proporciona a esse profissional condições de realizar seu trabalho e propor soluções para as situações nas quais há risco para o trabalhador.

Em relação especificamente a temática deste estudo tem-se que o ruído pode gerar:

[...] perda da audição e aumento da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos), por exemplo, perturbação do sono, stress, tensão, queda do desempenho; interferência com a comunicação oral, que por sua vez provoca irritação; pode causar danos e falhas estruturais (efeito mecânico) (BISTAFA, 2018, p. 17).

Segundo o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (órgão interdisciplinar e composto por membros indicados pela Associação Nacional de Medicina do Trabalho – ANAMT – e pelas Sociedades Brasileiras de Acústica – SOBRAC – de Fonoaudiologia – SBF – e de Otorrinolaringologia – SBORL) “a perda auditiva é uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora” (OLIVEIRA, 2017, p. 94).

Para Oliveira (2021, p. 1):

Os ruídos de frequências mais baixas são considerados os menos perigosos. Para níveis superiores a 100 dB (A), atuam sobre os músculos e estômago, podendo provocar vômitos e até síncope. Os ruídos de médias frequências provocam os mesmos danos mas em maior grau e aos 80 dB (A) já podem causar transtornos digestivos, aumentar a pressão arterial e a pulsação. Já os ruídos com frequências altas são mais sensíveis para o Homem, causando fadiga nervosa e cansaço mental e alterando o sistema neurovegetativo.

Souza (1998, p. 107) elenca um rol (não taxativo) de treze perturbações que já foram observadas em trabalhadores que estão expostos ao ruído, a saber:

1. Aparelho circulatório - sabe-se que curtos períodos de exposição a nível de pressão sonora entre 60 e 100dB(A), em pacientes normotensos e hipertensos, elevam a pressão sanguínea, em média, de 3,3 a 7%, além de provocar taquicardia. Em pessoas com surdez provocada pelo ruído, observa-se uma queda de pressão, desprovida, ainda de explicação concreta;
2. Aparelho digestivo - alterando o movimento peristáltico e provocando gastrites, úlceras, enjoos e vômitos;
3. Sistema endócrino - Provocando alteração no funcionamento glandular;
4. Sistema imunológico - Alterando os elementos de defesa;
5. Química sanguínea, modificando os índices do colesterol, triglicerídeos e cortisol plasmático;
6. Mulheres grávidas: o ouvido do feto está formado no 5º mês de gestação; a reação deste ao ruído pode ser observada através do aumento do batimento cardíaco e movimentação do corpo;
7. Função sexual e reprodutiva - Nos homens, diminuiu a libido, levando à impotência e/ou infertilidade. Nas mulheres, altera a menstruação com ciclos anovulatórios;
8. Vestibulares - Produzem dificuldade de equilíbrio, vertigens, desmaios e dilatação da pupila. Pode-se tornar crônica a labirintite, de acordo com a exposição;
9. Sistema nervoso - Tremores de mãos, diminuição de estímulos visuais, desencadeamento ou piora de crises epiléticas. QUICK & LAPERTOSA (1983) citam em seu trabalho que animais e seres humanos têm demonstrado que, em situações calmas e silenciosas, um ruído de 100 dB(A) produz sobressalto, mas em um ambiente de 70 dB(A), o mesmo som, brusco e intenso, determina reação muito mais intensa, fazendo com que pessoas excitáveis, neuróticas ou pré-psicóticas percam o controle e ultrapassem o limite do comportamento racional;
10. Performance - interferência negativa na realização de tarefas físicas e

mentais, com falta de concentração. Diminuição da produtividade e trabalhos intelectuais, aumento dos erros e velocidade de trabalho. Existem barulhos de curta duração ou intermitentes, impulsivos, capazes de produzir efeitos residuais com duração de apenas 15 a 30 seg. Admite-se que, independente do seu nível energético, o barulho intermitente ou flutuante, mais que contínuo, seja sempre ativador e, por isso, modifique o estado geral do organismo. O estímulo barulhento deteriora os processos de decisão ou de codificação ou descodificação, néscio sobretudo, no seu aspecto de precisão (CARVALHO, 1985);

11. Sono - insônia ou dificuldade de adormecimento. Diminuição da fase de sono profundo;

12. Comunicação oral - Afeta também a privacidade das pessoas que precisam-se comunicar em um tom mais elevado. A compreensão de algumas palavras fica prejudicada interferindo no relacionamento pessoal. A solução preventiva do EPI aumenta a sensação de isolamento do profissional, como já discutido anteriormente e

13. Psiquismo - surgimento de depressão e aparecimento da neurose do ruído podendo interferir diretamente nas relações interpessoais dos profissionais.

Oliveira (2021, p. 1) classifica os efeitos dos ruídos laborais como sendo de ordem fisiológica, psicológica, social e econômica. O Autor elenca os efeitos, na ordem de classificação citada, da seguinte forma:

Fisiológicos: Lesão do aparelho auditivo; Distúrbios gastrointestinais; Distúrbios relacionados com o sistema nervoso central – dificuldade em falar, problemas sensoriais, diminuição da memória; Aceleração do pulso; Elevação da pressão arterial; Contração dos vasos sanguíneos; Diminuição da resistência elétrica da pele; Aumento da produção hormonal da tiroide; Aumento da incidência de doenças (constipações, afeções ginecológicas); Diminuição da barreira imunológica do organismo; Dificuldade em distinguir cores; Vertigens; Diminuição da percepção visual; Cansaço geral; Cefaleias.

Psicológicos: Lesão do aparelho auditivo; Distúrbios gastrointestinais; Distúrbios relacionados com o sistema nervoso central – dificuldade em falar, problemas sensoriais, diminuição da memória; Aceleração do pulso; Elevação da pressão arterial; Contração dos vasos sanguíneos; Diminuição da resistência elétrica da pele; Aumento da produção hormonal da tiroide; Aumento da incidência de doenças (constipações, afeções ginecológicas); Diminuição da barreira imunológica do organismo; Dificuldade em distinguir cores; Vertigens; Diminuição da percepção visual; Cansaço geral; Cefaleias.

Efeitos de natureza psicológica: irritabilidade; apatia; mau humor; medo; insónias.

Sociais e econômicos: A produtividade, baixando-a; A ocorrência de acidentes, aumentando-a; A gravidade dos acidentes, aumentando-a; Os conflitos laborais, tornando-os mais frequentes; As queixas individuais, aumentando-as; A inteligibilidade do discurso, diminuindo-a.

Portanto a influência das condições do meio ambiente de trabalho sobre a saúde do trabalhador podem ser devastadoras se não houver acompanhamento das condições destes locais combinado com a entrega e utilização de equipamentos de proteção individual.

A partir de todo o elencado ficou claro que as empresas devem efetuar

medições frequentes dos ruídos e investir em tecnologias a fim de proporcionar aos trabalhadores acesso a equipamento de trabalho mais moderno e menos ruidoso.

Mas, segundo Kroemer e Grandjean (2007, p. 269), “não gerar ruído é a melhor forma de combater o ruído [...]”. Para tanto se faz necessário buscar a colaboração dos engenheiros para definir e planejar formas de eliminar os sons desnecessários. Tais medidas servem para proteger tanto o trabalhador quanto o empreendimento.

### **3. ANÁLISE AMBIENTAL: RUÍDOS NUMA FÁBRICA DE RAÇÕES**

Este capítulo apresenta os materiais utilizados e a metodologia desenvolvida no estudo aplicado na fábrica de rações escolhida. Para a análise ambiental existem vários métodos, os quais “[...] variam desde avaliações simples aplicadas por operadores quando estão prestes a iniciar uma tarefa, até avaliações rigorosas e complexas (DE CICCO; SIMÕES, 2018, p. 52)”.

Segundo explica Gerges (1992, p. 106) é possível promover a redução dos ruídos em ambientes seguindo-se alguns passos dentre eles:

[...] preparação de mapa ou levantamento topográfico do ruído; sinalizar as zonas de risco de ruído com avisos de alerta; remover os riscos de ruídos ou as pessoas das zonas de ruído (tal tarefa nem sempre é possível) exigindo técnicas alternativas de ventilação, refrigeração, diminuição do acesso de materiais e pessoal e manutenção dos equipamentos; instalação de instrumentos de controle; rotatividade de função nos locais onde os níveis de ruído estiverem um pouco acima dos limites aceitáveis; especificação de ruído nos contratos de fornecimento de máquinas o que proporciona a possibilidade de desenvolver um modelo matemático do ambiente; fornecimento de protetores auditivos.

Assim, a partir destas definições, no presente capítulo, se propõe apresentar as características da empresa onde a pesquisa foi realizada e a apresentar a avaliação efetuada com a análise dos ruídos existentes nos diversos locais de trabalho avaliados.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO**

A avaliação proposta, na presente pesquisa, será realizada em uma Fábrica de Rações. A qual, nos anos 80, com a abertura das economias mundiais, proporcionadas pelo processo de globalização, expandiu seus negócios e ampliou sua área de atuação em toda a região de área de localização.

E no ano de 1982 - A Fábrica de Rações amplia seus negócios e abre uma nova unidade. Momento histórico no qual a produção aumentava à medida em que se realizavam investimentos na suinocultura e produção leiteira.

Atualmente a empresa conta com duas unidades, as quais mantêm funcionamento permanente pelo período de 24 horas, gerando uma produção em torno de 350 toneladas por dia. Ao todo, 80 colaboradores trabalham na produção, comercialização e logística da fábrica.

Atualmente, além da produção de ração, a empresa está presente em 181 municípios do estado, sendo que o planejamento estratégico para o próximo ano é expandir horizontes.

### **3.2 AVALIAÇÃO DE RUÍDO NAS OPERAÇÕES DA FÁBRICA DE RAÇÕES**

Na Fábrica de Rações, objeto do presente estudo, foi realizada, entre os dias 29 e 31 de janeiro de 2018, avaliação dos ruídos do maquinário, durante o expediente de 06 (seis) trabalhadores.

Nos seis trabalhadores foram instalados o Dosímetro DOS 500, que a cada minuto registrou os ruídos recebidos pelo operador em decibéis utilizando-se a escala de ponderação A e avaliou a dose média de ruído durante a jornada de trabalho. Foram colocados os aparelhos no início da jornada matutina de trabalho e retirado para pausa do almoço. Após o intervalo de almoço, foi novamente feita a medição de ruído no início do período vespertino e retirado no fim do expediente.

Uma das avaliações de ruído realizadas ocorreu no dia 29/01/2018, onde foi acompanhada a atividade do funcionário 01 da fábrica de ração do setor da Peletizadora.

A peletizadora é uma máquina que possui a função de “[...] transformar materiais farelados submetidos a tratamentos térmicos (temperatura e umidade) e pressão em Pellets ou grânulos (CARVALHO, 2019, p. 1)”. Esse setor é caracterizado como um prédio de alvenaria, paredes rebocadas, piso em concreto polido, cobertura em aluzinco sem forro, iluminação natural por meio de portas e janelas e artificiais por meio de refletores, ventilação natural por meio de aberturas (portas e janelas e artificial por veio de ventiladores. O funcionário ficou em sua jornada inteira de trabalho, de 08 horas, com o Dosímetro para a medição.

Na mesma data, 29/01/2018, também houve o acompanhamento da atividade desenvolvida pelo funcionário 02 da fábrica de ração do setor de ensaque.

A ensacadeira e a máquina de costuras são operadas por comandos, não sendo necessária a intervenção do operador. A caracterização do setor é assim descrita: prédio constituído em alvenaria, paredes rebocadas, piso em concreto polido, cobertura em aluzinco sem forro, iluminação natural por meio de portas e janelas e artificial através de refletores, ventilação natural por meio de aberturas (portas e janelas) e artificial através de ventiladores. O funcionário ficou em sua jornada inteira de trabalho, de 08 horas, com o Dosímetro para a medição.

Ainda na mesma data, 29/01/2018, também fora acompanhada a atividade desenvolvida pelo funcionário 03 da fábrica de ração. O local é descrito como: prédio constituído em alvenaria, paredes rebocadas, piso em concreto polido, cobertura em aluzinco sem forro, iluminação natural por meio de portas e janelas e artificial através de refletores, ventilação natural por meio de aberturas (portas e janelas) e artificial através de ventiladores. A funcionária ficou em sua jornada inteira de trabalho, de 08 horas e 48 minutos, com o Dosímetro para a medição.

Também na mesma data, 29/01/2018, outro funcionário a ser acompanhado foi funcionário 04 da fábrica de rações. O mesmo atua em todo o prédio de alvenaria, o qual é rebocado e pintado, tem telhado em aluzinco, forro em laje, piso cerâmico, iluminação natural por meio de aberturas (portas e janelas) e artificial através de lâmpadas fluorescentes, ventilação natural por meio de aberturas e artificial através de ar condicionado. Este funcionário está em constante movimento acompanhando toda a linha de produção. O funcionário ficou em sua jornada inteira de trabalho, de 08 horas e 48 minutos, com o Dosímetro para a medição.

Também na mesma data, 29/01/2018, outro funcionário a ser acompanhado foi o funcionário 05. do setor de carregamento e expedição da fábrica de rações. O funcionário do setor de carregamento/expedição opera já na parte final do processo de fabricação das rações e na empresa pesquisada o setor é aberto e amplamente arejado. Podendo ser descrito como sendo: prédio constituído em alvenaria, paredes rebocadas, piso em concreto polido, cobertura

em aluzinco sem forro, iluminação natural e artificial através de refletores, ventilação natural e artificial através de ventiladores. O funcionário ficou em sua jornada inteira de trabalho, de 08 horas e 48 minutos, com o aparelho para a medição.

Já na data de 30/01/2018 houve o acompanhamento das atribuições do funcionário 06 da fábrica de rações. A descrição do local de trabalho também é a de ser um prédio constituído em alvenaria, paredes rebocadas, piso em concreto bruto, cobertura em aluzinco sem forro, iluminação natural por meio de portas e janelas e artificial através de lâmpadas fluorescentes, ventilação natural por meio de aberturas (portas e janelas). O funcionário ficou em sua jornada inteira de trabalho, de 08 horas e 48 minutos, com o aparelho para a medição.

Após a medição de ruído, é retirado dos trabalhadores o Dosímetro para obtenção dos dados. No aparelho utilizado é possível a gravação de 05 eventos. Para a obtenção dos dados gravados, é necessário conectar o aparelho ao computador. A figura a seguir mostra o histograma registrado pelo aparelho, onde são mostrados todos os dados necessários para o cálculo do NEN (Nível de exposição normalizado).

**Figura 8 Valores aparelho de medição de ruídos**

E1	E2	E3	E4	E5	
					Utilizado
					Utilizado ou não
					85dB
					Nível de critério
					80dB
					Nível limiar
					5dB
					Taxa de troca
					LENTO
					Ponderação de tempo
					Sim
					dBRMS 115
					Não
					Excedeu 140 dB
					01-29
					Data de início(mm:dd)
					07:51
					Hora de início(hh:mm)
					16:31
					Hora de finalização(hh:mm)
					08:39
					Tempo de exposição(hh:mm)
					317.1
					Valor de dose (%)
					93.3
					TWA (%Dose 8 horas)
					(hh:mm)
					Hora de sinalização de pico
					(mm:ss)
					Duração de pico

Fonte: SALIBA, CORRÊA, 2016.

Na figura 8, também é possível obter os valores dos ruídos, de minuto a minuto, em que o trabalhador foi exposto. Após obter as informações da exposição de ruído, calculamos o NE (Nível médio de exposição diária ou LAVG), através da equação:

**Figura 9 Equação de cálculo do NE**

$$L_{avg} = 80 + 16,61 \text{ LOG} \left( \frac{0,16 \times Dose \%}{T \text{ horas decimais}} \right)$$

Fonte: SALIBA, CORRÊA, 2016.

Então tem-se:

$$L_{AVG}: 80 + 16,61 \text{ LOG}((0,16 * 317,1) / 8,39)$$

$$L_{AVG}: 92,75$$

NEM (Nível de exposição normalizado) através da equação da NHO-01 da FUNDACENTRO

**Figura 10 Equação de cálculo do NEM**

$$NEN = NE + 10 \text{ LOG}$$

Fonte: SALIBA, CORRÊA, 2016.

Em que:

NEN - Nível de exposição normalizado

NE - Nível médio de exposição diária ou LAVG no período avaliado

Te - Tempo de exposição

$$NEN = 92,75 + 16,1 \text{ LOG}^*(528/480)$$

NEN= 93,43

Desta forma, foram obtidos os resultados a partir do acompanhamento dos trabalhadores que utilizaram o medidor de ruído.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados da avaliação do ruído, obtidos através do Dosímetro DOS 500, dos trabalhadores da fábrica de rações que estão expostos a este tipo de risco estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 Resultado da exposição de ruído dos trabalhadores

GRUPO DE EXPOSIÇÃO	LIMITE DE TOLERÂNCIA DB(A)	RESULTADO DA AVALIAÇÃO (NEN) dB(A)	EXCEDEU O LIMITE (%)
FUNCIONÁRIO 01	85	93,43	9,917647059
FUNCIONÁRIO 02	85	93,97	10,55294118
FUNCIONÁRIO 03	85	84,3	-0,823529412
FUNCIONÁRIO 04	85	81,17	-4,505882353
FUNCIONÁRIO 05	85	87,62	3,082352941
FUNCIONÁRIO 06	85	85,01	0,011764706

Fonte: Autor

Como pode ser observado nesta tabela, durante a coleta de dados o Dosímetro de apenas dois trabalhadores registrou ruídos médios abaixo do limite de tolerância estabelecido pela NR 15 que é de 85 dB(A) para ruído contínuo e intermitente. Porém, todos os trabalhadores em algum momento da jornada de trabalho foram submetidos a ruídos acima de 85 dB(A), chegando até a registros de 115,9 dB(A). Segundo o Anexo 1 da NR15, não é permitida exposição a níveis de ruído contínuo e intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

A NR9 estabelece que devem ser tomadas medidas de prevenção para valores de intensidade de ruído acima dos níveis de ação, que no caso do ruído, é considerado qualquer valor em que a dose de exposição diária seja superior a 50%, conforme critérios estabelecidos no Anexo 1 da NR15. Neste caso, para uma jornada diária de 8 horas, o nível de ação corresponde a uma intensidade de ruído de 80 dB(A) e é considerada insalubre quando for igual ou superior a 85 dB(A).

Em vista disso, podemos afirmar que para todos os setores avaliados da fábrica de rações devem ser tomadas medidas de prevenção de forma a atenuar os níveis de ruído em virtude de que em alguns casos os níveis de ruído foram

superiores ao nível de ação de 80 dB(A) e em outros casos foram superiores ao limite de tolerância de 85 dB(A).

Uma das medidas a ser adotada nesta situação seria o uso de protetores auriculares pelos funcionários destes setores. Para saber se os protetores auriculares são capazes de atenuar os níveis de ruído é preciso analisar a atenuação mínima necessária em cada caso, como podemos observar na Tabela 6.

**Tabela 6 Atenuação do Ruído**

GRUPO DE EXPOSIÇÃO	RESULTADO DA AVALIAÇÃO (NEN) dB(A)	NÍVEL DE AÇÃO dB(A)	ATENUAÇÃO NECESSÁRIA dB(A)
FUNCIONÁRIO 01	93,43	80	13,43
FUNCIONÁRIO 02	93,97	80	13,97
FUNCIONÁRIO 03	84,3	80	4,3
FUNCIONÁRIO 04	81,17	80	1,17
FUNCIONÁRIO 05	87,62	80	7,62
FUNCIONÁRIO 06	85,01	80	5,01

Há no mercado vários tipos de protetores auditivos que são capazes de reduzir a taxa de ruído (NRRsf) a partir de 16 dB até 29 dB, de diferentes marcas. Os protetores que podem reduzir de 16 dB a 18 dB são em sua maioria do tipo inserção e aqueles com capacidade de redução de 18 dB a 29 dB são em maioria abafadores do tipo concha.

Portanto, considerando que a atenuação mínima necessária varia de 1,17 a 13,97 dB, o uso de protetores auriculares seria suficiente para proteger a audição dos funcionários e estar em conformidade com a legislação.

Além do uso do protetor auricular, outras medidas para a redução do ruído podem ser adotadas, como por exemplo, a minimização do ruído na fonte geradora ou a utilização de elementos de atenuação entre a fonte geradora e o receptor.

Muitas vezes a atenuação do ruído de algumas máquinas pode ser realizada através da lubrificação de engrenagens e rolamentos, troca de correias e pela substituição dos motores elétricos por motores mais silenciosos que produzem menor vibração.

Enquanto que em outros casos, pode-se optar também pelo enclausuramento da máquina de forma que não haja o vazamento do ruído para as áreas adjacentes. Entretanto, todas estas medidas precisam ser avaliadas em cada caso, pois o controle de ruído de algumas máquinas ou processos muitas vezes se torna difícil, seja pelos custos envolvidos ou pela impossibilidade técnica de modificações no projeto da máquina.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa é resultado de estudo envolvendo a análise de ruídos dentro de diversos setores de uma fábrica de rações. Os estudos foram norteados pelo questionamento acerca da possível exposição dos trabalhadores desta fábrica a agentes que são tidos como insalubres.

A fim de analisar tal temática buscou-se entender a definição de som e sua diferenciação em relação aos ruídos. Também foram apresentados, de forma breve, a relação de agentes que podem causar danos a saúde dos trabalhadores.

O estudo, também elenca a relação de problemas de saúde que podem acometer os trabalhadores expostos ao agente danoso ruído. Tais problemas podem ser leves chegando aos níveis mais graves. Nesta condição os trabalhadores podem ter a necessidade de se afastarem de suas atividades sendo acometidos por doenças graves, como a surdez, por exemplo.

Neste cenário a medição de ruídos é muito importante pois através dela é possível mensurar se o profissional/operário/trabalhador envolvido constantemente e atingindo pelo ruído está diante de uma situação que poderá vir a desenvolver consequências em sua saúde.

Esse trabalho foi realizado com o intuito de mostrar e analisar a situação de trabalhadores de uma fábrica de ração que trabalham na condição de exposição a ruídos relativamente altos.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que eles estão acima do permitido, mas, porém, por usarem protetor auricular acaba por amenizar a situação. Outra opção é conter o ruído na fonte, ou seja, nos aparelhos e maquinários que proveniente venham a ocasionar certa quantidade de ruído e que acabe por prejudicar os trabalhadores.

Por fim, destaca-se que a gestão das questões relativas à ergonomia e higiene ocupacional mostra-se como ponto sensível e essencial pra pensar na saúde do trabalhador e na mitigação de custos.

Conclui-se que trabalhadores e empresas devem estar atentos de forma constante às questões que envolvem a higiene ocupacional para que os ambientes de trabalho sejam minimamente saudáveis para os trabalhadores evitando que os mesmos sejam expostos a agentes que podem provocar problemas graves de saúde.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Júlia [et. al]. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.

ANJOS, Talita Alves dos. **O ouvido humano**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-ouvido-humano.htm>>. Acesso em: 11, abr., 2021.

ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional OHSAS 18.001/2007 e OIT SSO/2001 comentado e comparado**. 3. ed. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde, 2013.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cadeia produtiva do milho**. PINAZZA, Luiz Antônio (coord.). Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Portaria GM n. 3.214, de 08 de junho de 1978**. NR 9 - PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS. Disponível em: <[https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR\\_MTE/NR%209%20-%20PPRA.pdf](https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR_MTE/NR%209%20-%20PPRA.pdf)>. Acesso em: 05, jul., 2020.

BRASIL, MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Portaria n. 3.214, de 08 de junho de 1978**. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 06, jul., 2020.

BRASIL. **Decreto-lei n. 182/2006, de 06 de setembro**. Prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído). Disponível em: <<http://dre.pt/pdf1sdip/2006/09/17200/65846593.PDF>>. Acesso em: 11, abr., 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Limite de tolerância. **Portaria 3214 de 08 de junho de 1978 - NR 15 - anexo 01**. Disponível em: <[https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST\\_normas\\_regulamentadoras/NR-15-Anexo-01.pdf](https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_normas_regulamentadoras/NR-15-Anexo-01.pdf)>. Acesso em: 02, mar., 2021.

CAMARGO, Duílio Antero de; OLIVEIRA, José Inácio de. **Riscos ocupacionais: repercussões psicossociais** (p. 157). In: GUIMARÃES, Lílíana Andolpho Magalhães; GRUBITS, Sonia (orgs.). **Série saúde mental e trabalho**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2004.

CARVALHO, Pedro. **Peletização de Ração: 04 Pontos que garantem sua Qualidade**. Disponível em: <<https://prodap.com.br/pt/blog/qualidade-na-peletizacao-de-racoes>>. Acesso em: 19, set., 2020.

CORRÊA, Vanderlei Moraes; BOLETTI, Rosane Rosner. **Ergonomia: fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

COSTA, Hertz Jacinto. *Apud* ROCHA, Solange de Holanda. **Riscos ambientais laborais e proteção jurídica acidentária**. 2015. 283 f. Dissertação (Mestrado em Direito Agroambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Direito, Cuiabá, 2015.

DE CICCIO, Francesco; SIMÕES, Reinaldo. **Gestão de Riscos de Segurança e Saúde no Trabalho** (Baseada na Norma ISO 31000:2018). São Paulo: Risk Tecnologia Editora Ltda., 2018.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA UFPR. **Segurança do trabalho e ambiente**. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/riscos\\_quimicos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html)>. Acesso em: 10, abr., 2021.

DpUnion. **Controle de ruídos no ambiente de trabalho é proteção para os funcionários**. Disponível em: <<https://dpunion.com.br/controle-de-ruídos-ambiente-de-trabalho/>>. Acesso em: 23, ago., 2020.

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE DE LISBOA. **Segurança do trabalho**. Disponível em: <<https://www.estesl.ipl.pt/na-comunidade/servicos-a-comunidade/seguranca-do-trabalho>>. Acesso em: 10, abr., 2021.

FIEDLER, Nilton Cesar; VENTUROLI, Fábio; VALE, Ailton Teixeira do; SILVA, Gilson Fernandes da. Análise de fatores ergonômicos do ambiente de trabalho em marcenarias no Distrito Federal. In: **Revista Árvore, Viçosa/MG, v. 26, n. 1, p.121-126**.

FISCHER, Frida Marina. **Tópicos de saúde do trabalhador**. São Paulo: Editora Hucitec, 1989.

GERGES, Samir N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. Florianópolis: S. N. Y Gerges, 1992.

GONÇALVES, Dalton. **Física**. São Paulo: Ao livro técnico, 1967.

GUIMARÃES, Lílíana Andolpho Magalhães; GRUBITS, Sonia (orgs.). **Série saúde mental e trabalho**. São Paulo: Casa do psicólogo, 2004, Vol. II.

HELERBROCK, Rafael. **O que é som?** Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-que-som.htm>>. Acesso em: 10, abr., 2021.

KROEMER, K. H.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LAPA, Reginaldo Pedreira. **O que são fatores de riscos ambientais e como evitá-los?** Disponível em: <<http://segurancatemfuturo.com.br/index.php/2016/07/29/o-que-sao-fatores-de-riscos-ambientais-e-como-evita-los/>>. Acesso em: 06, jul., 2020.

LIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia: projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2018.

MAIA, P.A. Estimativas de exposições não contínuas a ruído: desenvolvimento de um método e validação na construção civil. 2001. 201 p. **Tese (Doutorado em Engenharia Civil)** – Universidade Estadual de Campinas – Campinas, 2001.

MATTOS, Ubirajara; FRANCISCO, MÁSCULO. **Higiene e segurança do trabalho para engenharia de produção**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

MINETTI, Luciano José; SOUZA, Amauri Paulo de; MACHADO, Carlos Cardoso; FIEDLER, Nilton César; BAËTA, Fernando da Costa. Avaliação dos efeitos do ruído e da vibração no corte florestal com motosserra. In: **Revista Árvore, Viçosa/MG, v. 26, n. 1, p. 121-126**.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. NHO01**. São Paulo: Fundacentro, 2001.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Certificado de aprovação - CA n. 32.843**. 2018.

NETA, Miguel. **Propagação do som**. Disponível em: <<https://www.fq.pt/som/propagacao-do-som>>. Acesso em: 11, abr., 2021.

OLIVEIRA, Antônio de. **Equipamentos de avaliação do ruído laboral**. Disponível em: <<https://www.apopartner.pt/equipamentos-de-avaliacao-do-ruído-laboral/>>. Acesso em: 11, abr., 2021.

OLIVEIRA, Uanderson Rebula de. **Legislação previdenciária aplicada à segurança e saúde do trabalho**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2017.

OLIVER, Rodrigo. **Ruído, quais são os efeitos que este risco pode causar no organismo?** Disponível em: <<https://prolifeengenharia.com.br/efeito-do-ruído-no-corpo/>>. Acesso em: 01, mar., 2021.

PEREIRA, Alexandre Demétrius. **Tratado de segurança e saúde ocupacional: aspectos técnicos e jurídicos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

PORTUGAL. **Código do trabalho**: legislação especial do código do trabalho, lei do trabalho temporário, contrato individual de trabalho da administração pública. Instituto de Direito do Trabalho da Faculdade de Direito de Lisboa: Principia, 2006.

ROCHA, Rosemberg; BASTOS, Marcos. **Higiene ocupacional ao alcance de todos**. Rio de Janeiro: RTXAmbiental, 2017.

ROJAS, Pablo. **Técnico em segurança do trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA: avaliação e controle dos riscos ambientais**. 11. ed. São Paulo: LTr, 2021.

SOUZA, Hilda Maria Montes Ribeiro de. **Análise experimental dos níveis de ruído produzido por peça de mão de alta rotação em consultórios odontológicos**: possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista. [Doutorado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1998. p.107. Disponível em: <[https://portaldeseres.icict.fiocruz.br/transf.php?script=thes\\_chap&id=00010702&lng=pt&nrm=iso](https://portaldeseres.icict.fiocruz.br/transf.php?script=thes_chap&id=00010702&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 09, abr., 2021.

WERTZNER, Décio. Qual é a diferença entre som e ruído? In: **Revista Fazer Segurança**, jun., 2019. Disponível em: <[https://fazerseguranca.com/artigos\\_2019.06.05.php](https://fazerseguranca.com/artigos_2019.06.05.php)>. Acesso em: 28, fev., 2021.

ZOCOLI, Ruysdael. **Saúde ocupacional**: quando o barulho no ambiente de trabalho é capaz de prejudicar a audição. Disponível em: <<https://www.protefortcalcados.com.br/saude-ocupacional-quando-o-barulho-no-ambiente-de-trabalho-e-capaz-de-prejudicar-a-audicao>>. Acesso em: 12, set., 2020.