

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

RAIKA SUELLEN ALMEIDA GONÇALVES

IMPACTO DO RUÍDO OCUPACIONAL NA INDÚSTRIA

BELO HORIZONTE – MG

Dezembro / 2021

RAIKA SUELLEN ALMEIDA GONÇALVES

IMPACTO DO RUÍDO OCUPACIONAL NA INDÚSTRIA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG) como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Produção

Orientadora: Prof.^a Talita Rodrigues de Oliveira Martins

Orientador de Metodologia: Prof.^a Ms. Raquel Ferreira de Souza e Prof.^a Ms. Gabriela Fonseca Parreira.

BELO HORIZONTE – MG

Dezembro / 2021



FEAMIG
Instituto Educacional "Cândida de Souza"

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **OS IMPACTOS POSITIVOS NA PRODUTIVIDADE COM A GESTÃO EFICAZ DE PESSOAS**, de autoria da aluna JUSCELE LOPES, isento de banca examinadora, em função de publicação de artigo científico nos *Cadernos de Comunicações Universitárias*, do 5º SEAG – **Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão**, ISSN 2675-1879.

Belo Horizonte, 09 de novembro de 2021.

Profa. Ms. Raquel Ferreira de Souza

Coordenadora do Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

PPDC/FEAMIG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui, aos meus pais, irmão e meu marido Breno, que me incentivaram nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, sempre fizeram entender que o futuro é feito com base na constante dedicação no presente.

A esta Faculdade, e todo corpo docente, direção e administração, a todos os professores, tutores e coordenadores que me apoiaram nesta caminhada, de forma nobre se dedicaram para me proporcionar o conhecimento, não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, agradeço não somente por disporem de me ensinar, mas por me instigar a aprender. A vocês, aos quais sem nominar terão os meus sinceros e eternos sentimentos de gratidão.

Aos meus amigos, aqueles que conheci nos corredores da faculdade e aqueles que já me acompanham por um tempo, que de maneira direta ou indireta contribuíram nessa trajetória.

A todos aqueles que de forma discreta colaborou. Gratidão a todos!

A caridade é um exercício espiritual... Quem pratica o bem, coloca em movimento as forças da alma.

Chico Xavier

RESUMO

O ambiente de trabalho pode oferecer diversos riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores. Dentre os riscos existentes, encontra-se o agente físico ruído, que tem potencial de gerar danos irreversíveis na saúde do trabalhador, contribuir com a ocorrência de acidentes de trabalho e diminuição da produtividade. Devido ao alto índice de perdas auditivas no mundo e de projeções para os próximos anos, verificou-se a necessidade da produção deste trabalho. Este estudo tem como objetivo geral conhecer os impactos da exposição ocupacional ao ruído em ambientes industriais e como este afeta na saúde e segurança dos trabalhadores. Como resultado deste estudo observou-se que, as distintas técnicas de controle de ruído baseiam-se, fundamentalmente, nos diferentes tratamentos que podem efetuar-se com as ondas sonoras. O controle sempre deve ser feito quando os padrões utilizados na avaliação são ultrapassados. Pode-se seguir um, ou vários, dos processos, como por exemplo, controle na fonte; controle sobre a via de transmissão; controle no pessoal, diminuindo o tempo de exposição ou uso de protetores auriculares. Quando se pretende a redução na geração do ruído, substituindo equipamentos ou componentes ruidosos por outros, seguem-se os "Procedimentos Ativos de Controle". No caso de tratamentos e acondicionamentos acústicos dos locais ou estudo da ordenação e disposição de equipamentos ruidosos nos recintos, o termo usado é "Procedimentos Passivos de Controle". Estes não evitam a geração do ruído, mas atenuam suas consequências sobre os receptores. Assim, conclui-se que, o trabalho desenvolvido permitiu compreender a importância da implantação de medidas de controle em ambientes industriais acerca de sua contribuição para alcance de níveis sonoros mais toleráveis. No entanto, observa-se a necessidade de uma abordagem mais aprofundada em novos estudos científicos voltados especificamente para tecnologias e inovações acústicas aplicadas em máquinas e equipamentos industriais. Através deste estudo, busca-se incentivar pesquisadores a discutirem temas dessa natureza para que seja possível promover melhorias nesse campo e ampliar o conhecimento dessa área. Ressalta-se também a importância de que as empresas se conscientizem sobre o assunto afim de contribuir com o alcance de ambientes industriais mais seguros e saudáveis.

Palavras-chave: Ruído ocupacional. Ruído industrial. Produtividade. Perda auditiva.

ABSTRACT

The work environment can pose several risks to the health and safety of workers. Among the existing risks, there is the physical agent noise, which has the potential to generate irreversible damage to workers' health, contribute to the occurrence of work accidents and decrease productivity. Due to the high rate of hearing loss in the world and projections for the coming years, there was a need for the production of this work. This study aims to understand the impacts of occupational exposure to noise in industrial environments and how it affects the health and safety of workers. As a result of this study it was observed that, the different noise control techniques are fundamentally based on the different treatments that can be carried out with sound waves. Control must always be carried out when the standards used in the assessment are exceeded. One or more of the processes can be followed, such as source control; control over the transmission route; control on personnel, reducing the time of exposure or use of hearing protection. When the aim is to reduce noise generation, replacing noisy equipment or components with others, the "Active Control Procedures" are followed. In the case of acoustic treatments and conditioning of places or study of the ordering and disposition of noisy equipment in the premises, the term used is "Passive Control Procedures". These do not prevent noise generation, but mitigate its consequences on the receivers. Thus, it is concluded that the work developed allowed us to understand the importance of implementing control measures in industrial environments about their contribution to achieving more tolerable sound levels. However, there is a need for a more in-depth approach in new scientific studies specifically focused on acoustic technologies and innovations applied to industrial machinery and equipment. Through this study, we seek to encourage researchers to discuss issues of this nature so that it is possible to promote improvements in this field and expand knowledge in this area. It also emphasizes the importance of companies becoming aware of the issue in order to contribute to the achievement of safer and healthier industrial environments.

Key-words: Occupational noise. Industrial noise. Productivity. Hearing loss.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de aparelhos utilizados para a medição do ruído, sonômetro e dosímetro	25
Figura 2 – Mapa acústico	26
Figura 3 – Métodos de controle do ruído ocupacional.....	27
Figura 4 – Equipamento de proteção auditiva	30
Figura 5 – Modelo hierárquico de prioridades de medidas de controle	45
Figura 6 – Medidas de prevenção	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente	19
Tabela 2 – Ocupações com maior concentração dos casos de afastamentos por perda auditiva no período de 2013 a 2018	23
Tabela 3 – Índice de Perda Auditiva de Afastamento do Trabalho (Superior a quinze dias) com e sem abertura do Comunicado de Acidente do trabalho	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAT	Comunicado de Acidente do trabalho
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
dB	Decibel
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDL	<i>Loudness Discomfort Level</i>
MT	Ministério do Trabalho
NR	Normas Regulamentadoras
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAINPSE	Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonoros Elevados
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
PCA	Programa de Conservação Auditiva
PET	Poli Tereftalato de Etila
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
S	Slow
SPREV	Secretaria da Previdência
TTS	Temporary Threshold Shift
US	Dólar americano
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Contexto do problema	14
1.2 Problema de pesquisa.....	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo geral	14
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificativa	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Introdução geral sobre ruído	16
2.2 O ruído no ambiente organizacional	17
2.3 O ruído ocupacional	18
2.3.1 Limite de tolerância e exposição	18
2.4 Efeitos do ruído no trabalhador	20
2.4.1 A saúde auditiva dos trabalhadores	20
2.4.2 A perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados	21
2.5 Controle acústico	25
2.5.1 O diagnóstico do ruído	25
2.5.3 Controle do ruído na fonte, trajetória e no trabalhador	27
2.5.4 O sistema acústico em máquinas e equipamentos industriais	28
2.5.4 O uso de proteção individual	29
2.5.5 Programa de conservação auditiva	30
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	33
3.1 Tipo de pesquisa	33
3.2 Natureza da pesquisa	33
3.3 Pesquisa quanto aos fins	34
3.4 Pesquisas quanto aos meios	34
3.5 Universo e amostra	35
3.6 Coleta e análise de dados	36
3.7 Limitações	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37

4.1 Monitoramento do ruído industrial	37
4.2 Principais consequências da exposição ao ruído ocupacional na saúde, segurança e produtividade	38
4.3 Métodos e soluções mais utilizadas para o controle do ruído industrial	41
4.3.1 Primeiro Método: Medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho	41
4.3.2 Segundo Método: Utilização de equipamento de Proteção Coletiva – EPC	42
4.3.3 Terceiro Método: Utilização de equipamento de proteção individual – EPI	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – ARTIGO PUBLICADO	53

1 INTRODUÇÃO

Diante de um mercado cada dia mais competitivo, as empresas estão buscando constantemente meios para se sobressaírem. No entanto, o capital humano, por se tratar de um componente relevante para a obtenção de resultados, muitas vezes não é tratado com a atenção que deveria. Para que as empresas se mantenham sustentáveis, produtivas e competitivas no mercado é fundamental o cuidado com a saúde e segurança dos trabalhadores.

O ambiente de trabalho pode oferecer diversos riscos ocupacionais e dentre esses riscos, encontra-se o ruído, frequentemente encontrado nos processos produtivos. A presença de ruído no âmbito ocupacional é um assunto de grande relevância e que deveria ser tratado com maior importância pelas organizações, principalmente aquelas que compõem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) das indústrias de transformação, por haver a realização de atividades que possuem maior incidência de exposição ao ruído ocupacional decorrentes da utilização de máquinas e equipamentos ruidosos.

A exposição ao ruído pode oferecer danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores, além de ser considerado um fator relevante para a ocorrência de acidentes de trabalho e causando até mesmo a diminuição da produtividade. Há estudos que indicam que trabalhadores submetidos a uma intensa exposição de ruído ocupacional, quando comparados a trabalhadores não expostos apresentam maior risco de se acidentarem.

Estima-se que 466 milhões de pessoas no mundo possuem algum tipo de perda auditiva incapacitante e caso não seja tomado as devidas providências, esse número poderá subir para 630 milhões em 2030 e ultrapassar 900 milhões no ano de 2050 (OMS,2019). Partindo do pressuposto de que a exposição ao ruído ocupacional afeta a saúde dos trabalhadores, é possível deduzir-se que este tipo de exposição contribui para o alto índice de perdas auditivas em todo o mundo. Sendo assim, se faz necessário conhecer as medidas de controle e as soluções tecnológicas que, se aplicadas dentro das indústrias, podem diminuir a exposição aos níveis elevados de ruído e assim contribuir com a melhoria de clima organizacional, produtividade e manutenção da integridade física dos trabalhadores.

1.1 Contexto do problema

Com o crescimento da indústria, é notório também o crescimento da poluição sonora, que hoje pode ser considerado como um dos maiores problemas da vida moderna: a poluição pelo agente físico ruído.

Dois fatores são determinantes para mensurar a amplitude da poluição sonora: o tempo de exposição e o nível do barulho a que se expõe a pessoa. A perda da audição, o efeito mais comum associado ao excesso de ruído, pode ser causado por várias atividades da vida diária.

O ruído industrial acima do nível de ação pode provocar uma grande variedade de males à saúde do trabalhador, que vão de efeitos psicológicos, distúrbios neurovegetativos, náuseas e cefaleias, até redução da produtividade, aumento do número de acidentes, de consultas médicas e do absenteísmo.

Segundo a Sociedade Brasileira de Acústica, os níveis de ruído industrial nas empresas brasileiras são absurdamente excessivos. Essa situação pode ser amenizada aplicando-se as tecnologias de controle de ruído existentes, que envolvem o desenvolvimento de produtos específicos e máquinas menos ruidosas, recursos para identificação e análises das fontes de ruído.

Desta forma, o propósito deste trabalho é a orientar a indústria e os trabalhadores sobre o impacto do ruído industrial e seu reflexo na saúde, segurança e produtividade.

1.2 Problema da pesquisa

Quais os impactos da exposição dos trabalhadores ao ruído na segurança e saúde na indústria?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar os impactos da exposição ao ruído na segurança e saúde dos trabalhadores.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Conceituar o ruído ocupacional existente nas indústrias.
- Apresentar as principais consequências da exposição ao ruído ocupacional na saúde, segurança e produtividade.
- Identificar quais são os métodos e soluções mais utilizadas para o controle do ruído industrial.

1.4 Justificativa

O referido trabalho retrata o risco físico ruído que é um dos principais agentes do risco ambiental, dentro dele aplicará os conceitos do agente, os males da exposição acima do nível de ação, quais seus níveis de tolerância, como atenuar este risco, forma de prevenção e tratativas que podem ser tomadas diante da exposição ao ruído e (PCA) Programa de Conservação Auditiva.

Com a informação declarada no contexto da pesquisa de forma sistêmica será possível a tomada de decisões em caráter proativo para as empresas que expõem seus colaboradores nesse risco e de forma preventiva irá conscientizar os empregados com as atitudes que poderão minimizar o risco para a saúde e segurança no trabalho.

Contudo, a pesquisa realizada propicia à Engenharia de Produção um ambiente esclarecedor para facilitar a mitigação sobre o risco físico existente amplamente nos processos industriais. Com o mesmo foi possível aprofundar nas mais complexas exposições e aplicações de ações que asseguram a saúde e bem-estar dos profissionais. Esse estudo é de grande relevância para a sociedade, pois proporciona a devida qualificação aos integrantes do mercado de trabalho industrial, melhorando assim a saúde dos trabalhadores e promovendo um ambiente de trabalho confortável e seguro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Introdução geral sobre ruído

De acordo com Ganime (2010) o som é um tipo de energia mecânica decorrente da transmissão de energia de partículas de ar em vibração. A altura de um som é influenciada pela frequência da onda sonora e é representada em Hertz (Hz). O Hz representa o registro de ciclos por segundo. Bistafa (2017), afirma que o som tem como principais características a amplitude que está associada a intensidade, onde possibilita perceber a diferença entre um som forte e um fraco. É através da frequência que é possível identificar a característica de um som, se este é grave ou agudo. Quanto mais alto for um som, mais agudo ele será, sendo também mais grave quando a altura for menor. E por fim, existe o timbre do som, que possibilita diferenciar duas fontes com a mesma frequência fundamental. O ruído é um fenômeno subjetivo que é denotado pela reação do ouvinte para aquele mesmo som (GANIME, 2010). O ruído apresenta várias ondas sonoras, distribuídas desorganizadamente conforme sua amplitude e fase, provocando uma sensação desagradável, diferente da música. Além disso, o ruído pode ser contínuo, ou seja, sem variação do nível de pressão sonora, ou de impacto, quando apresenta alta energia com duração inferior a 1 segundo (ALMEIDA *et al.*, 2000).

De acordo com Silva (2011), para realizar a medição dos níveis de ruído utiliza-se instrumentos de nível de pressão sonora cuja unidade de medida é o decibel (dB) e é avaliado utilizando a escala "A" e circuito de resposta lenta "S" (SLOW). Segundo Araújo (2002), para se caracterizar o ruído deve-se levar em consideração a intensidade, frequência, tempo de exposição e natureza do ruído. A intensidade quando se encontra a partir de 85 Db(A) de ruído já tem probabilidade de causar danos irreversíveis à audição. Quanto maior for o ruído maior será a lesão que este poderá ocasionar. Quanto a frequência, qualquer área do espectro sonoro pode ocasionar lesão na cóclea, afetando inicialmente as frequências altas. A severidade da lesão possui relação com o tempo de exposição ao ruído.

Ganime (2010), diz que o ruído de uma forma em geral, pode ser conceituado como um agente físico que pode causar incômodo quando o som for desagradável e provocar adoecimentos e interferência na comunicação. O Ministério do Trabalho (2014), por meio das suas Normas Regulamentadoras (NR), classifica o ruído em

dois formatos, em Contínuo ou Intermitente quando este não é impulsivo, curto ou de impacto, e ruído de Impacto que é caracterizado como aquele que apresenta picos de energia acústica com duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um segundo.

2.2 O ruído no ambiente organizacional

Sabe-se que, no Brasil e no mundo a busca incessante por melhorias nas condições de segurança e saúde em ambientes organizacionais com relação às ações preventivas exigidas pelas normas e leis vem atingido avanços satisfatórios, porém ainda é insuficiente (CORRÊA, 2011).

O aumento da exposição ao ruído se deve a história do processo produtivo da sociedade industrializada no qual vem modificando o trabalho e sua organização, desde o final do século XIX. A transição entre o período mercantil para o industrial foi o marco de um novo padrão de desenvolvimento focado no aumento do capital e exploração da mão de obra, que constituem um modo de produção caracterizado pela divisão do trabalho, intensificação dos ritmos, adesão de novas tecnologias e abstenção do trabalhador do seu saber e criação (MEIRA *et al.*, 2012).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a indústria de transformação é caracterizada pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), quando há atividades que envolvam a modificação física, química e biológica de substâncias e componentes, ou seja, conceitua-se como indústria de transformação as atividades que ocorrem a transformação de matéria prima em produto final (IBGE, 2019).

O ruído no ambiente organizacional, na maioria das vezes é decorrente do funcionamento de máquinas e equipamentos da produção, origina-se das vibrações dos equipamentos em operação. Quanto menos tecnológicas forem essas máquinas e equipamentos maior poderá ser o ruído gerado por elas, podendo chegar a ser intolerável (GANIME, 2010).

Os problemas acústicos são classificados em duas naturezas, sendo a primeira relacionada à indústria e a segunda ao cidadão comum, urbano ou social (SILVA, 2011). Este estudo foi desenvolvido focado apenas em problemas relativos à ambientes industriais. Empresas como as metalúrgicas, madeireiras, fabricantes de produtos químicos, fabricantes de produtos alimentícios, fabricantes de produtos

de minerais não metálicos dentre outras fazem parte do CNAE da indústria de transformação e estas normalmente desenvolvem atividades nas plantas industriais e fábricas onde é comum a utilização de máquinas e equipamentos (IBGE, 2019).

2.3 O ruído ocupacional

Dentre os riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho e com potencial de causar prejuízos à saúde encontra-se o ruído por estar presente em grande parte dos processos produtivos. Os países emergentes se destacam por apresentar maior fraqueza no monitoramento dos ambientes de trabalho e na vigilância à saúde (MEIRA *et al.*, 2012). O ruído, quando comparado a outros fatores e agentes, possui maior possibilidade de danos à saúde, isso se deve pelo fato de ser um risco mais frequente, no qual se expõe um número maior de trabalhadores (BOTELHO *et al.*, 2009). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ranking dos fatores ocupacionais que geram mais anos vividos com incapacidade está o ruído, ocupando o terceiro lugar neste ranking (WHO, 2009).

2.3.1 Limite de tolerância e exposição

O Ministério do Trabalho (2014), por meio da norma regulamentadora 15/2014 que trata das atividades e operações insalubres, define limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto e faz recomendação da exposição máxima diária em jornadas de trabalho de acordo com o tempo de exposição e níveis em dB. Além disso, o Anexo I da NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional considera o limite de tolerância estabelecido pela NR-15, (85 dB (A) por 8 horas de trabalho). Entretanto, de acordo com a NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, os trabalhadores expostos ao ruído a partir do nível de ação, onde a dose diária de exposição a ruído ultrapassa 0,5 (dose superior a 50%), valor esse correspondido a 80 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, devem passar por controle médico.

Na Tabela 1 pode-se observar o limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, conforme a seguir:

Tabela 1: Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	6 minutos

Fonte: Ministério do Trabalho (2015).

Conforme Tabela 1, os limites de tolerância e tempo de exposição são definidos por norma. Os trabalhadores expostos a atividades ou operações com níveis de ruído contínuo ou intermitente que ultrapassem 115 db (A) poderão estar sujeitos a um risco grave e eminente (MT, 2014). Sendo assim, para acessar ambientes onde o ruído está acima de 85 db (A) é indispensável o uso de Equipamento de Proteção Auditiva (SILVA, 2014).

Diante do exposto nesse capítulo, é possível compreender que a exposição a níveis elevados de ruído é considerada um risco eminente e grave na saúde do trabalhador. Dessa forma, obedecer aos limites de tolerância e tempo de exposição definidos por norma se fazem necessários na prevenção de danos à saúde.

2.4 Efeitos do ruído no trabalhador

2.4.1 A saúde auditiva dos trabalhadores

Os aspectos relacionados ao controle acústico tem sido um assunto de grande destaque nos últimos tempos (MENDES TRANCOSO, 2011). O ruído existente no ambiente industrial pode refletir na saúde do trabalhador e conseqüentemente na produtividade. Quando uma organização insere seus colaboradores em ambientes com exposição a níveis elevados de ruído, há uma tendência desses trabalhadores terem sua produtividade reduzida por efeitos, que vai desde o zumbido até a perda auditiva induzida por ruído (GANIME, 2010).

De acordo com Capelli *et al.* (2016), a captação, análise e interpretação dos estímulos sonoros é realizada por meio da audição. Independentemente de sua origem, o som é imprescindível na vida humana uma vez que influencia na interação entre pessoas e na comunicação. Escher *et al.* (2009), explica que órgão de Corti, área responsável pelo som de frequências agudas chamado espira basal da cóclea quando lesionada, independentemente do espectro de frequência do ruído agressor, já é considerada insalubre em função da intensidade do ruído.

O decreto 182/2006, que trata integralmente das questões mínimas de segurança e saúde em função da exposição dos trabalhadores ao agente de risco ruído a firma que dentre as doenças ocupacionais existente, a PAINPSE é uma das mais impactantes decorrentes do trabalho. O decreto ainda informa que, o controle do ruído é uma obrigação legal de grande relevância para empregadores e trabalhadores, uma vez que a probabilidade de acidente de trabalho gera alto índice de absenteísmo. Um ambiente saudável e seguro contribui com aumento da produtividade (DIÁRIO DA REPÚBLICA, 2006).

Wictor; Bazzanella (2012) mencionam a importância do bem-estar do homem para que ele esteja atento às situações de risco. Os autores também afirmam que o ruído pode gerar estresse, cansaço, dores de cabeça, entre outros sintomas, gerando acidentes e interferência na produtividade.

De acordo com Costa (2017), o ambiente industrial é composto por riscos ocupacionais. Dentre os riscos existentes nas indústrias, encontra-se o risco físico ruído que é considerado um dos mais agressivos no que se refere aos danos provocados na saúde dos trabalhadores. O fato de haver geração de ruído na

maioria das máquinas industriais, torna-se o ruído um risco inevitável. O autor defende a ideia de que trabalhadores expostos a níveis sonoros elevados podem possuir maior probabilidade de acidentarem-se quando comparados a trabalhadores não expostos. Além da contribuição no acontecimento de acidentes, o ruído pode causar perda de concentração, estresse, irritabilidade, problemas auditivos, entre outros.

De acordo com o Ministério da Saúde, aproximadamente, 5,8 milhões de brasileiros têm algum grau de surdez. Em nível mundial, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 5% (466 milhões) da população mundial apresenta deficiência auditiva incapacitante. A previsão é que até 2050, mais de 900 milhões de pessoas perderão sua audição de forma irreversível. Mundialmente, a perda auditiva representa um custo anual de US\$ 750 bilhões (OPAS, 2019)

A situação é ainda mais agravante nos países em desenvolvimento, pois além de ser muito comum a exposição ao ruído excessivo o uso de equipamentos de proteção coletivos e individuais costumam ser de menor aderência (ESCHER BOGER *et al.*, 2009). Os gastos referentes à saúde, além de afetarem a produtividade atingem de forma significativa a economia das empresas. Há registros estimados de que 10,7 % das despesas totais de mão de obra compreendem-se às condições crônicas e que nos Estados Unidos o custo total do presenteísmo ultrapassa o valor de US \$ 150 bilhões por ano (SHI *et al.*, 2012). De acordo com o estudo realizado por Tavares (2019), o ruído está associado significativamente ao presenteísmo cuja extensão desse impacto é deduzida e não mensurada sobre outros indicadores como perda auditiva e zumbido, que estão relacionados com os defeitos auditivos e extra auditivos.

2.4.2 A perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados

A perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados (PAINPSE), é uma doença ocupacional irreversível, ou seja, uma vez instalada não há tratamento para a cura (MENDES TRANCOSO, 2011). Trata-se de uma patologia que possui efeito cumulativo e insidioso, ou seja, que aumenta gradativamente na medida em que o trabalhador é exposto ao longo dos anos a níveis elevados de pressão sonora. Essa patologia tem como característica seu desenvolvimento gradativo, porém pode ser evitada quando medidas de prevenção são tomadas. A

exposição ao ruído pode ocasionar lesões de grande impacto na saúde auditiva, ocasionando lesões desde a membrana timpânica até regiões do sistema nervoso central (ARAÚJO, 2002).

A PAINPSE é uma perda auditiva neurossensorial. Devido ao estímulo exagerado as células ciliadas, quando desgastadas e uma vez lesionadas, não possuem regeneração. Se faz necessário evitar a exposição excessiva ao ruído tanto no ambiente ocupacional, como também fora do ambiente de trabalho, pois em momentos de lazer há cuidados que se fazem necessários. O uso de fone de ouvido em volume alto, e até hábitos que parecem ser inofensivos podem contribuir com os danos à saúde auditiva, a médio e longo prazo (CAPELLI *et al.*, 2016).

A exposição repetida ao som com níveis acima de 85 dB(A), já podem ocasionar perdas auditivas irreversíveis ao longo dos anos. O sistema de audição consegue perceber o nível confortável de um som com intensidade de até 85 dB(A) por 8 horas diárias; quando esse nível é ultrapassado se torna desconfortável. Já os níveis quando ultrapassam 95 dB(A) são considerados lesivos. Geralmente, a pessoa que adquire a perda auditiva somente percebe o problema quando a lesão já se encontra em um grau avançado (OTTONI *et al.*, 2008).

De acordo o Ministério da Economia (2018), as principais fontes de ruído no âmbito ocupacional estão localizadas nas máquinas, em ambientes industriais. Além das indústrias, os aeroportos também são considerados ambiente potencialmente perigosos, uma vez que elevam o risco de perda auditiva em função do ruído produzido pelas turbinas dos aviões. Na Tabela 2 é possível identificar as ocupações que apresentaram maior índice de perda auditiva no período de 2013 a 2018 com abertura do Comunicado de Acidente de Trabalho (CAT) junto ao Ministério do Trabalho.

Tabela 2: Ocupações com maior concentração dos casos de afastamentos por perda auditiva no período de 2013 a 2018

Ocupações com maior índice de Perda Auditiva no período de 2013 a 2018		
	Código Brasileiro de Ocupação (CBO)	CAT
1	Alimentador de linha de produção	122
2	Mecânico de manutenção de máquinas, em geral	85
3	Motorista de caminhão (rotas regionais e internacionais)	83
4	Operador de máquinas fixas, em geral	68
5	Magarefe	64
6	Soldador	61
7	Motorista de ônibus urbano	51
8	Operador de caminhão(minas e pedreiras)	48
9	Operador de empilhadeira	46
10	Servente de obras	46
11	Pedreiro	43
12	Carpinteiro	42

Fonte: Ministério do Trabalho (2018).

A Tabela 2 apresenta os dados fornecidos pela Secretária da Previdência (SPREV) ao Ministério do Trabalho na qual é possível identificar que a maioria das ocupações com alto índice de afastamentos por perda auditiva estão relacionadas a atividades que possuem o envolvimento de utilização de máquinas e equipamentos.

Já na Tabela 3 é possível identificar o índice de perda auditiva no Brasil para afastamentos superiores a 15 dias. O registro possui dados de casos com a abertura e sem abertura de registros de CAT durante o período de 2013 a 2017, onde se totaliza um registro de 2838 casos de perda auditiva.

Tabela 3: Índice de Perda Auditiva de Afastamento do Trabalho (Superior a quinze dias) com e sem abertura do Comunicado de Acidente do trabalho (CAT)

Perda Auditiva - Afastamento do Trabalho (Superior a 15 dias)			
Ano	Total	Com CAT Registrada	Sem CAT Registrada
2013	657	602	55
2014	685	633	52
2015	690	639	51
2016	440	399	41
2017	366	344	22
Total	2838	2617	221

Fonte: Ministério da Fazenda *et al.* (2017).

Através da Tabela 3, identifica-se que nos últimos anos houve uma queda no índice de afastamentos por motivo de perda auditiva. No ano de 2017, por exemplo, foram registrados 366 casos, sendo que destes, 22 casos não tiveram abertura de CAT. No ano anterior, foram 440 casos, sendo 399 com CAT e 41 sem CAT.

Quando esses dados são comparados com os registros do ano de 2015, observa-se uma diminuição ainda maior. Em 2015 foram registrados 690 afastamentos por perda auditiva sendo que 639 tiveram abertura de CAT e 51 foram sem abertura. No período de 2013 a 2017, foram registrados no Brasil 2.838 casos, sendo que 2.617 tiveram abertura de CAT e 221 sem CAT. No entanto, esses números não refletem a realidade e pode ser ainda maior, visto que a abertura de CAT muitas vezes não é realizada ao considerar que a perda auditiva nem sempre gera afastamento do trabalho, além de poder ser adquirida ou agravada fora do ambiente ocupacional (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2018).

Segundo o Ministério da Economia (2018), a abertura de CAT deve ser realizada também nos casos suspeitos, ou seja, toda vez que um trabalhador exposto a ruído for identificado com a chamada perda auditiva neurosensorial, ou tiver perda agravada de acordo com os critérios da NR-07, a CAT deve ser registrada e a exposição ao ruído dentro e fora do ambiente de trabalho necessitam ser controlados.

2.5 Controle acústico

Em um ambiente de trabalho em que se identifica níveis elevados de ruído, se faz necessário a adoção de medidas de controle que visam a diminuição e alcance de níveis sonoros aceitáveis de acordo com o ambiente de trabalho (MENDES TRANCOSO, 2011; MARINS,2018).

2.5.1 O diagnóstico do ruído

Para diagnosticar o ruído, os métodos mais tradicionais utilizados em ambientes industriais são realizados por meio de amostragens de curta duração e número limitados de pontos de uma dada zona. Porém, quando se trata de situações mais complexas e de grande proporção, este método pode se tornar inviável por não refletir com clareza a real situação de impacto sonoro (SANTOS; VALÉRIO, 2004).

Para quantificar e avaliar os efeitos do ruído nos indivíduos, cada país utiliza-se de seus órgãos de normatização e agências regulamentadoras. No Brasil, entre as normas mais utilizadas está a Norma de Higiene Ocupacional (NHO 01), que trata dos critérios técnicos de avaliação da exposição ao ruído ocupacional, em que para o cálculo das medições de ruído por exemplo deve-se considerar a determinação da dose diária de ruído ou do nível de exposição, além dos parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador. Para realizar a avaliação do ruído de forma tradicional, utiliza-se medidores fixados no trabalhador, de uso pessoal, conforme Figura 1 (NHO 01, 2001).

Figura 1: Exemplo de aparelhos utilizados para medição do ruído, sonômetro e dosímetro



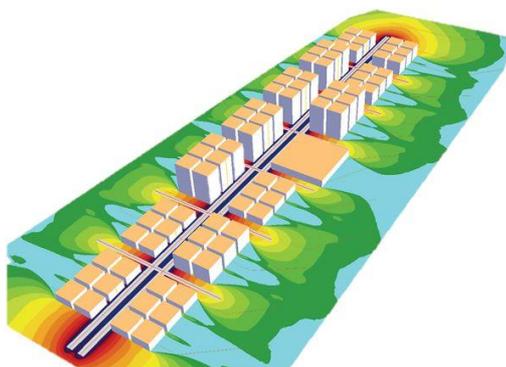
Fonte: Mendes Trancoso (2011).

Na ausência de medidores tradicionais, a Norma estabelece alternância nos métodos de avaliação, na qual se utiliza equipamentos que não são fixados no

trabalhador, os medidores integradores ou medidores de leitura instantânea que são indicados na análise de situações variáveis de exposição ocupacional. Os procedimentos estabelecidos na Norma deverão ser seguidos de acordo com cada situação (NHO 01, 2001).

Segundo Santos; Valério (2004), existem técnicas de modelação e propagação sonora que permitem modelar as mais complexas situações de geração e propagação ruído, com grande precisão e agilidade. O mapa acústico ou mapa de ruído é um método de diagnóstico exibido por linhas isotônicas e/ou manchas coloridas, na qual representa as áreas cujo nível de ruído se situa numa dada gama de valores. Um exemplo de mapa acústico pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Mapa acústico



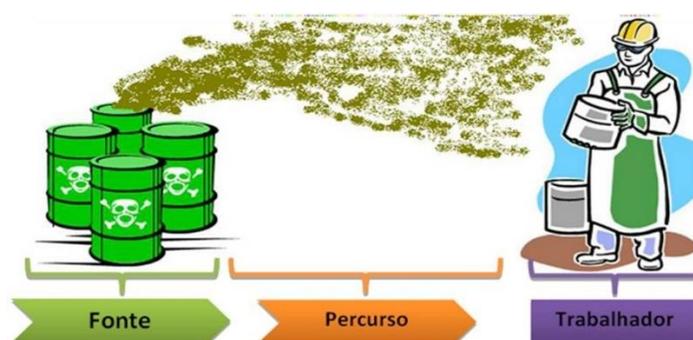
Fonte: Melhor acústica (2015).

O modelo computacional (representação gráfica), quando desenvolvido de forma correta, é considerado uma importante ferramenta de gestão e monitorização de ruído, pois através do mapa acústico é possível classificar e hierarquizar as fontes de ruído de forma que se identifique as contribuições individuais de cada fonte em qualquer ponto receptor. Por meio de um mapa de ruído verifica-se possíveis alterações na instalação e define-se medidas de controle de forma detalhada a serem tomadas, identificando possíveis resultados de cada intervenção (SANTOS; VALÉRIO, 2004).

2.5.2 Controle do ruído na fonte, trajetória e no trabalhador

Para a realização do controle acústico, utiliza-se três diferentes métodos, sendo eles: o controle do ruído na fonte, no percurso de propagação e no último caso, no homem (GONÇALVES DIAS *et. al.*, 2016), que serão apresentados a seguir na Figura 3:

Figura 3: Métodos de controle do ruído ocupacional



Fonte: Verde Ghaia (2019).

De acordo com Costa (2017), para que se faça o controle do ruído na fonte, inicialmente se faz necessário a identificação dos equipamentos que mais produzem ruído. Estes deverão ser tratados com maior prioridade. Segundo Bistafa (2011), o controle do ruído requer a identificação de sua fonte de origem, das trajetórias de transmissão, bem como identificação do receptor e afirma ainda que o controle do ruído tem como objetivo alcançar os níveis acústicos toleráveis e que deve ser levado em consideração cada ambiente em conjunção com as questões econômicas, operacionais, legais, médicos, psicológicos e culturais.

A análise da viabilidade econômica é fundamental, pois quando a solução indicada exige um alto investimento é provável que a implantação não seja efetivada (BISTAFA, 2011), ou que tratamentos paliativos que deveriam ser utilizados em última instância, como no caso do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) sejam adotados como solução, mesmo não sendo o mais ideal (CREMONESI, 2013).

Em muitos casos, as organizações acabam optando por adquirir máquinas ruidosas ao invés de máquinas silenciosas devido a segunda possuir menor velocidade rotatória, menor potência e custos mais elevados (PÉRIDES, 2011). A

acústica, assim como outras ciências vem se inovando e novas soluções tecnológicas estão surgindo. Muitas das vezes as soluções técnicas proporcionadas por essas tecnologias não são tão bem divulgadas, sendo que poderiam estar contribuindo para um conforto acústico adaptável, com eficiência e custo benefício sustentáveis de algum estabelecimento (CRUZ DE OLIVEIRA; OLIVEIRA DE CARVALHO, 2016).

Ao considerar que o ruído nas indústrias prejudica a saúde e afeta a produtividade, algumas medidas devem ser levadas em consideração. Entre elas destacam-se, a aplicação de barreiras, chicanas, ressoadores de Helmholtz, baffles (confinamento e abafamentos de máquinas), aplicação de revestimentos com materiais absorventes de som, implantação preferencial de máquinas e equipamentos que produzem menos ruído, além da gestão da manutenção, de forma que contribuam com a diminuição do ruído na fonte geradora (PÉRIDES, 2011).

2.5.3 O sistema acústico em máquinas e equipamentos industriais

O isolamento acústico pode ser definido como as medidas arquitetônicas que possibilitam a diminuição de níveis sonoros entre ambientes, por meio de barreiras físicas, painéis, ou divisórias de paredes. O autor afirma ainda que a maneira mais ideal de se proteger contra os efeitos nocivos do ruído está no planejamento de um sistema acústico bem estruturado, que deve ser levado em consideração ainda no momento da elaboração do projeto de uma construção. Porém, quando as questões acústicas não recebem a atenção que deveriam no momento do projeto, as intervenções precisam ser adotadas na construção já finalizada. Em muitos casos, essa opção pode ser desvantajosa por vários fatores, principalmente se tratando de questões econômicas (PÉRIDES, 2011).

Tendo em vista que o funcionamento de máquinas e equipamentos nas indústrias são grandes responsáveis pela produção de ruído, quando estes equipamentos não são adquiridos já com um sistema acústico, inicialmente se faz necessário a realização do controle acústico por meio de barreiras físicas. O método está entre os sistemas mais apropriados para atenuação dos níveis sonoros. Isso se deve ao fato de não impactar na operação, e também por ser aplicado em equipamentos já instalados. O método consiste em isolar os equipamentos utilizando

materiais que refletem a onda sonora e que absorvem esta reflexão dentro do enclausuramento, reduzindo os níveis sonoros e impedindo que o ruído se propague para o meio externo, afetando os trabalhadores. Através desse método, se obtém resultados satisfatórios na absorção de ruído sem prejudicar o funcionamento e disponibilidade dos equipamentos, tanto na operação quanto na manutenção (MARINS, 2018). Recomenda-se a adoção de cabines com áreas transparentes pois estas contribuem com a diminuição de acidentes uma vez que facilitam a visualização do posicionamento dos trabalhadores e da planta industrial (CREMONESI, 2013).

Dentre os materiais de isolamento acústico mais utilizados se encontram a lã de Vidro, lã de Poli Tereftalato de Etila (PET). A primeira possui um ótimo desempenho de absorção acústica, devido a sua estrutura fibrosa que contribui com a redução de ruído. É um material muito comum de ser utilizado em equipamentos industriais, dutos de ar condicionado e caldeirarias. Já a lã de PET é uma outra opção de material de isolamento acústico, que é considerada um produto inovador, porém pouco divulgado. A lã de PET é produzida a partir de fibras de garrafas PET, totalmente reciclável. O produto, quando instalado adequadamente é considerado um excelente isolante acústico, podendo isolar ou absolver o ruído (MARINS, 2018).

2.5.4 O uso de proteção individual

Quando as medidas de controle de ruído na fonte e trajetória não oferecem completa proteção ao colaborador e são insuficientes na redução ou eliminação do risco, é necessário que haja implantação de medidas de controle para proteger o homem. Dessa forma, deve-se disponibilizar ao trabalhador equipamentos de proteção Individual (EPI), de acordo com cada finalidade (FORMIGONI, 2013).

A NR 06 elenca as exigências legais do EPI e o define como um dispositivo de uso próprio pelo trabalhador, cujo objetivo é protegê-lo de riscos que podem causar danos na segurança e saúde decorrente das condições de trabalho. Toda organização tem a obrigatoriedade de fornecer o EPI compatível com o risco exposto, sem custos ao trabalhador e que estejam em excelentes condições de conservação e funcionamento, de forma a protegerem contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças ocupacionais. O EPI também deve ser disponibilizado no período em que os métodos de proteção coletiva estejam em fase de implantação ou

em casos emergenciais (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015). A Figura 4 mostra os EPI's utilizados nas indústrias.

Figura 4: Equipamento de Proteção Auditiva



Fonte: Instituto Santa Catarina (2017).

Como o controle do ruído na fonte e trajetória normalmente necessita de maior investimento econômico, é comum que as empresas optem pelo fornecimento de EPI aos trabalhadores devido ao baixo custo e variedade no mercado (FORMIGONI, 2013). Existem no mercado em torno de 1.500 opções diferentes de marcas de protetores auditivos, com variabilidade no tipo de adaptação, como: inserção, concha, capa do canal e fixado ao capacete de segurança. Para escolha do protetor deve-se levar em considerações alguns fatores, como: conforto, nível de diminuição de ruído do protetor, o ambiente, tempo de uso e compatibilidade com outros equipamentos de segurança. Não basta apenas que a organização forneça o EPI ao colaborador, a mesma é responsável por treina-los quanto a sua utilização (COSTA *et al.*, 2009).

2.5.5 Programa de conservação auditiva

O Programa de Conservação Auditiva (PCA) é um instrumento de gestão de grande relevância na prevenção de patologias provocadas pela Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonoras Elevados (PAINPSE). Na elaboração e gestão do programa devem levar em consideração o gerenciamento de prováveis impactos na saúde dos trabalhadores expostos ao ruído (LOYOLA DA SILVA, 2016). Nas empresas em que possuem trabalhadores expostos, se faz necessário a

implantação do PCA, pois o programa contribui para a redução ou eliminação das consequências nocivas que a exposição ao ruído pode causar na saúde dos trabalhadores (NUNES *et al.*, 2011).

Quando um nível de ação é superado, ou seja, a dose de exposição ao ruído ultrapassa o valor de 0,5 (dose superior a 50%), se faz necessário o cumprimento do que se estabelece na Norma Regulamentadora NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). A norma orienta iniciar as ações preventivas por meio do monitoramento periódico da exposição, informação aos trabalhadores e controle médico (MT, 2017). Na Norma Regulamentadora NR 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) é disponibilizado parâmetros e diretrizes mínimas para a avaliação e acompanhamento auditivo dos trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora. A avaliação e acompanhamento da audição do trabalhador é realizada por meio de exames audiológicos de referência e sequenciais, uma vez que fornecem parâmetros para a classificação das perdas auditivas. A NR 7 estabelece que todos os trabalhadores expostos a níveis de ruído superior a 85 decibéis (dB) necessitam passar pelo exame de audiometria que deverá ser realizado nas seguintes situações: no momento da admissão, refeito seis meses após o exame admissional e anualmente (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2018).

Além da implementação de todas as etapas de um Programa de Conservação Auditiva, para que o programa funcione efetivamente e alcance resultados positivos, é fundamental o compromisso da alta administração e a participação dos colaboradores. O PCA é parte integrante de um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança. Sua implantação e gerenciamento refletem em ganhos a empresa e a saúde do trabalhador, uma vez que contribui para a promoção e prevenção da saúde (LOYOLA DA SILVA, 2016). Pérides (2011), afirma que quando uma organização industrial cumpre as exigências legais estabelecidas nas normas que visam solucionar os problemas sonoros, esta tende a obter ganhos na produtividade.

Diante do exposto nesse capítulo, observa-se que existe no mercado diversas maneiras de realizar o controle do ruído, variando de simples medidas até as mais complexas que podem exigir investimentos mais altos e viabilidade técnica. No entanto, priorizar o controle do ruído na fonte e na trajetória de propagação são essenciais para o alcance de resultados satisfatórios de forma a contribuir com o

alcance de níveis sonoros mais toleráveis, de forma a promover a prevenção de patologias provocadas pelo ruído ocupacional.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Tipo de pesquisa

Segundo Appolinário (2011, p. 146), a pesquisa básica tem como objetivo principal “o avanço do conhecimento científico, sem nenhuma preocupação com a aplicabilidade imediata dos resultados a serem colhidos”; já a pesquisa aplicada segundo Appolinário (2011, p. 146) é realizada com o intuito de “resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas”. Muitas vezes, nessa modalidade de pesquisa, os problemas emergem do contexto profissional e podem ser sugeridos pela instituição para que o pesquisador solucione uma situação-problema.

Esta pesquisa se classifica como pesquisa bibliográfica, uma vez que busca explicar e discutir com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema (MARTINS, 2001).

3.2 Natureza da pesquisa

Entende-se por natureza da pesquisa, a forma de abordagem ao problema de pesquisa apresentado, que pode acontecer de forma qualitativa ou quantitativa.

A natureza de pesquisa qualitativa não aborda representatividades numéricas, mas procura se aprofundar na compreensão do objeto de pesquisa. “Pesquisadores qualitativos recusam o modelo positivista aplicado ao estudo da vida social, uma vez que o pesquisador não pode fazer julgamentos nem permitir que seus preconceitos e crenças contaminem a pesquisa” (GOLDENBERG, 1997, p. 34). Pode-se dizer então, que a pesquisa qualitativa se preocupa com aspectos que não podem ser quantificados. E “é criticada por seu empirismo, pela subjetividade e pelo envolvimento emocional do pesquisador” (MINAYO, 2001, p. 14).

Na pesquisa quantitativa, como o próprio nome diz, os dados podem ser quantificados, normalmente por meio de amostras representativas de uma população. Além disso, trata-se de uma pesquisa objetiva. “A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e

quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente” (FONSECA, 2002, p. 20).

A natureza desta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, porque não foi utilizado nenhum método quantitativo.

3.3 Pesquisa quanto aos fins

Gil (2008) relata que cada pesquisa social, naturalmente, tem um objetivo específico. Contudo é possível agrupar as mais diversas pesquisas em certo número de agrupamentos amplos. Sendo assim as diversas pesquisas são caracterizadas em grupos de acordo com a necessidade e objetivo que o estudo terá ao longo percurso. As mesmas são classificadas como pesquisas descritivas, exploratórias, explicativas, intervencionista (GIL, 2008, p. 27).

De acordo com Vergara (2007) uma pesquisa pode ter diversos fins tais como:

- a) Descritiva: expõem de forma clara as características de uma determinada população ou fenômenos, possui técnicas bem estruturadas de coleta de dados;
- b) Exploratória: é realizada em áreas de pouco conhecimento sistematizado, assim sendo, não comporta hipótese na sua fase final, mais pode ocorrer durante a pesquisa;
- c) Explicativa: torna o objeto de estudo de fácil compreensão, justificando o “porque” das coisas;
- d) Intervencionista: interfere na realidade, no dia-a-dia, não sendo satisfatório apenas na explicação de que está sendo estudado.

Esta pesquisa se classifica quanto aos fins como pesquisa explicativa, porque tem o objetivo de realizar um levantamento sobre o tema pesquisado, compreender as causas e efeitos, isto é, buscando o “porquê” das coisas através de fontes bibliográficas como revistas, livros, artigos.

3.4 Pesquisas quanto aos meios

Segundo Appolinário (2006) uma pesquisa pode ser classificada de acordo com suas dimensões, de tal forma que teríamos diversas combinações destas, resultando em vastos estudos e denominações e em técnicas utilizadas.

- a) Pesquisa bibliográfica: é desenvolvida a partir de material existente constituído principalmente de livros e artigos científicos, embora em quase todos seja exigido à fundamentação através desta natureza que podem ser desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas, servindo como base para outros estudos (GIL, 2007);
- b) Pesquisa descritiva: para Appolinário (2006) é a mais importante de todas as dimensões classificatórias referindo-se a estrutura básica da investigação, descrevendo a realidade, sem nela interferir, o pesquisador descreve, narra algo que acontece;
- c) Estudo de campo: Miguel (2010) afirma que existem outros métodos de pesquisa, principalmente de abordagem qualitativa ou presença de campo, sem estruturação formal do método de pesquisa. Este é um método que tem grande utilidade ao trabalho realizado diretamente com o objetivo de estudo, tem a determinação das variáveis de modo a garantir e reproduzir as experiências com fidelidade;
- d) Estudo de Caso: caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo, profundo e detalhado, investiga o fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, o qual são utilizadas várias fontes de evidência. Pode ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas e explicativas. Permite a interação entre o pesquisador e o objetivo da pesquisa (GIL, 2007).

Esta pesquisa se classifica quanto aos meios como pesquisa bibliográfica. Pois foram analisados os conteúdos didáticos existentes como: livros, artigos, revistas e outros, no intuito de confrontar e analisar o estudo de caso que é um estudo profundo e detalhado.

3.5 Universo e amostra

Entende-se por universo o número de indivíduos que possuem as mesmas características definidas para um determinado estudo (SILVA; MENEZES, 2001).

Nesta pesquisa o universo de pesquisa é definido Segurança do Trabalho.

Amostra é uma parte da população ou do universo pesquisado, selecionada de acordo com uma regra ou plano (SILVA; MENEZES, 2001).

Nesta pesquisa a amostra é definida como o ruído.

3.6 Coleta e análise de dados

A coleta de informações foi realizada através de análise documental, onde foi utilizado os meios de busca: estudos bibliográficos, científicos, livros, normas regulamentadoras, sendo utilizado apenas estudos no período de 2000 a 2019, tendo como referência na coleta e análise de dados o estudo da NHO 01 – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído, Norma Regulamentadora NR 15 – Atividades e Operações Insalubres e OHSAS 18001 – Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional.

Através deste estudo será possível verificar quais os fatores que tem causado a perda auditiva, a forma de prevenção e medidas de controle, possibilitando assim o conforto, bem-estar e melhora na qualidade de vida dos trabalhadores, para o empregador possibilita eliminar ou reduzir o custo e o tempo gasto na implantação de um Programa de Conservação Auditiva, um ambiente de trabalho com menos rotatividade, absenteísmo.

3.7 Limitações

A limitação encontrada nesse estudo foi de realizar um estudo bibliográfico, pois devido a pandemia não foi possível realizar visitas nas indústrias para apresentar um resultado quantitativo, com estudo de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Conceito de ruído industrial

Ao se trabalhar em uma indústria que possui uma grande quantidade de equipamentos funcionando ao mesmo tempo, é inevitável se expor a um agente físico que vem sendo a causa de crescente doenças do trabalho: o ruído.

De acordo com Bastos (2007) conceitua-se ruído industrial como sendo todo o som e barulho que causa uma poluição sonora que não é desejada e gera uma perturbação, mas que pode ser diminuída, se adequando aos decibéis corretos para cada período do dia. O ruído é um dos riscos ocupacionais em ambientes de trabalho em que se utilizam máquinas e equipamentos. Nos setores da construção civil e industrial, por exemplo, as fontes de ruído consideradas prejudiciais aos funcionários costumam ser equipamentos e máquinas como martelos pneumáticos, retroescavadoras, serras circulares, fresadoras, geradores, tornos mecânicos, e outros. Os efeitos do ruído em ambientes de trabalho vão desde o prejuízo na comunicação, a perda da inteligibilidade da linguagem, irritabilidade, a alterações fisiológicas, sintomas cardiovasculares e lesões auditivas temporárias ou permanentes.

De acordo com Bistafa (2006), a audição é a percepção dos sons através da transformação das vibrações mecânicas, que chegam aos ouvidos (órgão responsável por captar sons até uma determinada distância) em impulsos nervosos decodificados no cérebro em uma sensação auditiva. O autor ainda assevera que a mesma é também considerada, por muitos, o mecanismo mais sensível do corpo humano, pois mesmo quando se está dormindo, ela permanece ativa e o ouvido em alerta. Antes mesmo do nascimento, o ser humano já recebe a influência de sons e vozes.

A audição é o sentido que possibilita o aprendizado da língua, através da qual se aprende a entender, dialogar, conhecer o próximo não somente por suas palavras ou pela entonação, mas por cada emoção contida em uma expressão sonora. Em contrapartida, a poluição sonora é hoje, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas. Em outras palavras, os ruídos estão em nosso cotidiano. Assim, o que antigamente era restrito a situações

ocupacionais, hoje, é encarado como uma fonte de problemas físicos, psicológicos e sociais.

Conforme Andrade (2004), poluição sonora é qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente causada por sons inadmissíveis ou ruído, que de forma direta ou indireta, possam lesar fisiologicamente e/ou psicologicamente a saúde, a segurança e o bem-estar dos seres vivos, podendo provocar efeitos clínicos, estresse, dificuldades mentais e emocionais e até a surdez progressiva e imediata. Com isso, entende-se que é crítica a situação em relação à poluição sonora, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) 10% da população mundial (mais de 600 milhões de habitantes) tem algum grau de deficiência auditiva.

No Brasil, segundo Bastos (2007), estima-se que esse número chegue a 15 milhões de pessoas, e o mais grave é que, segundo o último levantamento do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 350 mil brasileiros apresentam surdez profunda, ou seja, sem a o auxílio de aparelhos, não ouvem absolutamente nada. Objetivando amenizar o grau de poluição sonora de recintos poluídos, técnicas de controle de ruído (ativo, passivo e combinado) foram sendo desenvolvidas ao longo dos anos. Técnicas essas que são, em geral, específicas para cada caso, e que, atualmente, esbarram em um aspecto: o custo, ao qual, até então, não se dava devida importância em razão dos benefícios obtidos através dessas técnicas.

4.2 Principais consequências da exposição ao ruído ocupacional na saúde, segurança e produtividade

Atualmente, nota-se que a saúde dos trabalhadores passou a ser um diferencial de peso relevante para as empresas. A imagem da empresa que tem como bem principal os seus funcionários, tem se tornado cada vez mais importante, afinal a credibilidade no mercado e a boa visibilidade pública são fatores primordiais para a perenidade dos negócios.

O ambiente de trabalho adequado constitui-se em um dos fatores mais importantes que devem ser investigados nas empresas. A relação entre as ações empresariais deve visar uma melhoria no ambiente laboral e o desempenho dos trabalhadores. Um dos riscos ambientais que mais aparecem como eminentes nas indústrias é o ruído (CIOTE *et al.*, 2005).

Conforme Botelho (2009), a diversidade dos processos de produção, os mais variados agentes presentes nos ambientes laborais e os diferentes tipos de equipamentos levam aos riscos ambientais/ocupacionais que diferem entre si em características como intensidade, duração e espectro, não só entre as indústrias, mas também dentro de uma mesma indústria. A exposição aos riscos ocupacionais pode trazer perda na qualidade de desempenho do trabalho do empregado, que resulta, inclusive, no comprometimento da sua qualidade de vida e saúde, incluindo-se os acometimentos por adoecimentos e acidentes de trabalho.

Para Ciote *et al.* (2005), várias são as situações em que o trabalhador não percebe a evolução de sua doença relacionada ao trabalho, vindo a perder a eficiência no rendimento laboral, com casos em que ocorrem os aumentos sintomáticos de absenteísmo e, até mesmo, afastamentos temporários, chegando ao extremo de afastamentos por invalidez em pessoas relativamente jovens. Esse é um ônus caro que pode ser evitado com o monitoramento da saúde do empregado, através do conhecimento dos riscos ambientais locais e buscando-se ações de bloqueio para os riscos cujas ocorrências forem comprovadamente acima dos limites permissíveis.

A busca pela garantia da integridade física, mental e social dos trabalhadores durante o desenvolvimento de suas atividades, passa pela implantação de métodos eficazes de gestão de segurança e saúde do trabalho. Tais métodos podem contribuir de forma direta para o aumento ou melhoria da produtividade, mesmo tendo como foco principal a redução e/ou eliminação das condições de riscos existentes no ambiente de trabalho.

Uma das doenças laborais mais comuns em razão da exposição contínua ao ruído industrial é a perda auditiva, conhecida no meio trabalhista como pela sigla PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído). Outras doenças corriqueiramente contraídas pelos trabalhadores são as lesões ocasionadas nas vias auditivas, em especial na membrana do tímpano (ARAÚJO, 2002).

Mas não é só o sistema auditivo que é prejudicado quando exposto a ruídos constantes. Um trabalhador que trabalha diariamente exposto a níveis de ruídos maiores do que o permitido está sujeito a insônia, irritabilidade, dores de cabeça, problemas cardíacos e gástricos, déficit de atenção e outras inúmeras enfermidades.

Assim, em razão de tantas consequências maléficas ao trabalhador, o ruído é visto como um vilão na área de saúde e segurança do trabalho e, por este motivo, tem sido alvo frequente da legislação brasileira.

Em virtude das constantes mudanças ocorridas nos processos produtivos através das evoluções tecnológicas, os modelos de gestão de saúde do trabalho têm sido cada vez mais aprimorados no Brasil e no mundo. Tais adequações visam a implantação dos próprios sistemas de gestão, atendimento à legislação e, conseqüentemente, a melhoria dos indicadores relacionados à prevenção de problemas de saúde do trabalhador.

De acordo com Benites (2004), os resultados positivos das empresas são produtos das mais variadas interações entre os processos, ou seja, para se obter excelentes resultados produtivos, os aspectos de segurança e saúde devem ser considerados e aplicados. Com a adoção de um método proativo, pode-se adotar ações de prevenção, identificando e minimizando riscos, de forma a antecipar as causas e os efeitos de possíveis problemas de saúde relacionados ao trabalho.

De acordo com Ganime *et al.* (2010), a exposição ao ruído pode provocar diferentes respostas nos trabalhadores de ordem auditiva e extra-auditiva a depender das características do risco, da exposição e do indivíduo exposto. São efeitos auditivos reconhecidos: o zumbido de *pitch* agudo, a mudança temporária do limiar (MTL) e a mudança permanente do limiar (MPL) (trauma acústico agudo e crônico) e são efeitos extra-auditivos: distúrbios no cérebro e nos sistemas nervoso, circulatório, digestório, endócrino, imunológico, vestibular, muscular, nas funções sexuais e reprodutivas, no psiquismo, no sono, na comunicação e no desempenho de tarefas físicas e mentais.

Para Del Carlo (1976), a exposição ao ruído pode ocasionar efeitos à saúde como estresse, irritabilidade, hipertensão arterial e pode estar associado a outras situações de risco. A pessoa pode também perder o apetite, ser vítima de aerofagia (deglutição de ar), de insônia, de distúrbios circulatórios ou respiratórios e pode emagrecer. Há anos pesquisas indicavam a presença de hipersensibilidade auditiva, associada a outras alterações, como paralisia do nervo facial, pós-estapedectomia, zumbido, síndrome de Williams. Atualmente, sabe-se que a hiperacusia pode ser causada ou acompanhar diversas condições patológicas periféricas ou centrais. Embora as causas da hiperacusia ainda não estejam determinadas com exatidão, a exposição prolongada a ruído intenso é um fator desencadeante importante.

A hiperacusia pode impedir ou dificultar a utilização plena das habilidades auditivas, prejudicando não só o trabalho, mas também a qualidade da vida social dos trabalhadores. É caracterizada pelo constante incômodo a sons de intensidade fraca ou moderada, independente da situação ou ambiente. Há uma amplificação anormal da atividade neural evocada por um som na via auditiva, que sofre uma ativação secundária do sistema límbico. Existem parâmetros tais como a anamnese detalhada e a realização do teste do limiar de desconforto (*Loudness Discomfort Level – LDL*), para a identificação deste problema. Há também a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), que pode apenas ser prevenida eliminando-se ou diminuindo-se os níveis de exposição sonora. Esta é considerada uma das mais comuns das doenças ocupacionais e a segunda lesão ocupacional auto-referida mais comum. Este problema é permanente e irreversível e inexistente tratamento efetivo quando é resultante de exposição excessiva (GANIME *et al.*, 2010, p. 7).

Conforme Gonçalves *et al.* (2007), os trabalhadores expostos aos níveis elevados de pressão sonora podem ter, ao longo dos anos, uma perda auditiva neurosensorial irreversível (perda auditiva por exposição a níveis elevados de pressão sonora). Inicialmente, podem ocorrer alterações temporárias do limiar auditivo (TTS Temporary Threshold Shift), isto é, um efeito de curto prazo da redução da sensibilidade auditiva, que retorna gradualmente ao normal depois de cessada a exposição.

Para Ganime *et al.* (2010), a alteração do limiar auditivo depende do tempo de exposição, do nível sonoro da emissão acústica, da frequência do som emitido e da sensibilidade individual. Através da exposição continuada podem ocorrer alterações permanentes do limiar de audição. O efeito adverso do ruído na audição ocorre nas células ciliadas do Órgão de Corti, por isso, a perda de audição é dita neurosensorial.

As primeiras células acometidas são as ciliadas externas, devido à inativação dos canais iônicos das células. A PAIR é a mudança permanente do limiar decorrente de um trauma acústico crônico e se caracteriza por ser do tipo sensório-neural, geralmente bilateral e simétrica, irreversível, de grau leve nas frequências baixas e severo nas frequências altas, com configuração audiométrica típica (entalhe em forma de V) na faixa de frequências de 6000, 4000 e/ou 3000 Hz, que progride lentamente nas frequências de 8000, 2000, 1000, 500 e 250 Hz e atinge seu nível máximo, nas frequências mais altas, nos primeiros 10 a 15 anos de exposição estável a nível de pressão sonora (NPS) elevados e que interrompe sua progressão uma vez cessada a exposição (GANIME *et al.*, 2010, p. 8).

De acordo com Gonçalves *et al.* (2007), a prevalência de PAIR de origem ocupacional em industriários de um mesmo setor da atividade econômica é extremamente variável tanto em estudos internacionais quanto em nacionais devido

a fatores relacionados ao risco, à exposição e aos trabalhadores das populações estudadas. No Brasil, além dos precários sistemas de informação e de fiscalização, ocorre ainda a questão da sub-notificação, fato que dificulta a determinação da magnitude do problema.

4.3 Métodos e soluções mais utilizadas para o controle do ruído industrial

A eliminação e/ou redução da exposição ao ruído aos trabalhadores contribui diretamente para um ambiente mais saudável e seguro. Dessa forma, a probabilidade de absenteísmo, acidentes e baixo rendimento é muito menor. Existem muitas medidas que podem ser tomadas a fim de diminuir a exposição ao ruído, tanto relativa a arquitetura do ambiente (distribuição das máquinas no local), como equipamentos de proteção e medidas administrativas.

Os métodos mais utilizados serão abordados a seguir:

4.3.1 Primeiro Método: Utilização de equipamento de Proteção Coletiva – EPC

De acordo com Sonogo *et al.* (2016), os Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC são dispositivos utilizados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos inerentes aos processos, tais como o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a sinalização de segurança, a proteção de partes móveis de máquinas e equipamentos.

Ainda conforme Sonogo *et al.* (2016), o EPI será obrigatório somente se o EPC não atenuar os riscos completamente ou se oferecer proteção parcialmente. Compete ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT recomendar ao empregador o EPI adequado ao risco existente em determinada atividade, ambiente ou situação.

4.3.2 Segundo Método: Medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho

Há três métodos principais para a redução do ruído, são eles (GANIME *et al.*, 2010):

- Na fonte: é o método mais eficiente, porque permite obter-se a redução do ruído interno no parque industrial, melhorando assim a qualidade dos ambientes;
- Pelo planejamento físico: isolando os edifícios ou máquinas. A disposição apropriada dos equipamentos, dos setores e das estruturas de vibração, pode levar a níveis acústicos sob a égide da legislação pertinente;
- Pelo controle sistemático dos níveis de ruído: não permitindo que estes se elevem, pelo desgaste ou falta de manutenção, a níveis excessivos.

De acordo com Ribeiro *et al.* (2006), caso não se consiga o resultado desejado na redução do nível de ruído, cabe ao empregador como alternativa o fornecimento de equipamentos de proteção individual, dando melhor condição para o empregado, além de resguardar legalmente a empresa, estando o enfermeiro do trabalho responsável juntamente com as demais equipes por sensibilizar os trabalhadores da necessidade do uso através de ações educativas e implementações de programas que ao invés de punitivos precisam ser sempre educativos.

Conforme Ferreira *et al.* (2006), todo protetor auricular, seja em forma de concha, abafadores, plugues de inserção, atenua o ruído criando uma barreira para reduzir o som que chega por via aérea à membrana timpânica porém o nível de proteção obtido depende do grau de vedação do protetor, de forma que qualquer vazamento permite que o som passe pelo protetor. Porém há inexistência de estudos sobre a importância do tamanho do protetor auditivo ser pequeno, médio ou grande na eficácia da proteção do ruído ocupacional. Além disso, a utilização de protetores auriculares enquanto medida principal no controle dos efeitos do ruído não tem se mostrado suficiente para evitar o agravamento da PAIR.

Para Ganime *et al.* (2010), as distintas técnicas de controle de ruído baseiam-se, fundamentalmente, nos diferentes tratamentos que podem efetuar-se com as ondas sonoras. O controle sempre deve ser feito quando os padrões utilizados na avaliação são ultrapassados. Pode-se seguir um, ou vários, dos processos, como por exemplo, controle na fonte; controle sobre a via de transmissão; controle no pessoal, diminuindo o tempo de exposição ou uso de protetores auriculares. Quando se pretende a redução na geração do ruído, substituindo equipamentos ou componentes ruidosos por outros, seguem-se os "Procedimentos Ativos de Controle". No caso de tratamentos e acondicionamentos acústicos dos locais ou

estudo da ordenação e disposição de equipamentos ruidosos nos recintos, o termo usado é “Procedimentos Passivos de Controle”. Estes não evitam a geração do ruído, mas atenuam suas consequências sobre os receptores.

4.3.3 Terceiro Método: Utilização de equipamento de proteção individual - EPI

Para Gonçalves *et al.* (2007), o Equipamento de Proteção Individual – EPI é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção contra riscos capazes de ameaçar a sua segurança e a sua saúde. O uso deste tipo de equipamento só deverá ser feito quando não for possível tomar medidas que permitam eliminar os riscos do ambiente em que se desenvolve a atividade, ou seja, quando as medidas de proteção e prevenção coletiva não forem viáveis, eficientes e suficientes para a atenuação dos riscos e não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes e doenças do trabalho.

Os tipos de EPI's utilizados podem variar dependendo do tipo de atividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador tais como (AMBIENTEC, 2021):

- Proteção auditiva: abafadores de ruídos ou protetores auriculares;
- Proteção respiratória: máscaras e filtro;
- Proteção visual e facial: óculos e viseiras;
- Proteção da cabeça: capacetes;
- Proteção de mãos e braços: luvas e mangotes;
- Proteção de pernas e pés: sapatos, botas e botinas;
- Proteção contra quedas: cintos de segurança e cinturões.

Dentre as atribuições exigidas pela Norma Regulamentadora de número 6, cabe ao empregador as seguintes obrigações (AMBIENTEC, 2021):

- Adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade;
- Exigir seu uso por parte dos colaboradores;
- Fornecer ao trabalhador somente o equipamento aprovado pelo órgão, nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;

- Substituir imediatamente o EPI, quando danificado ou extraviado;
- Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica.

Figura 5: Modelo hierárquico de prioridades de medidas de controle.



Fonte: GANIME et al (2010), adaptado pelo autor.

Figura 6: Medidas de Prevenção

1.5.5.1.2 Quando comprovada pela organização a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva, ou quando estas não forem suficientes ou encontrarem-se em fase de estudo, planejamento ou implantação ou, ainda, em caráter complementar ou emergencial, deverão ser adotadas outras medidas, obedecendo-se a seguinte hierarquia:

- a) medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho;
- b) utilização de equipamento de proteção individual - EPI.

Fonte: Norma Regulamentadora 01(2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou identificar os principais impactos que as exposições ao ruído ocupacional geram na saúde e segurança dos trabalhadores e como estes interferem na produtividade. Pode-se afirmar que o ruído industrial é um agente físico de potencial grave, prejudicial à saúde e segurança dos trabalhadores e que sua exposição há níveis elevados pode provocar desde zumbidos à perda irreversível da audição de um indivíduo. Um ambiente quando não é seguro e saudável tende a contribuir com a redução da produtividade, aumento do índice de absenteísmo e influenciar no acontecimento de acidentes laborais.

Existe no mercado diversas medidas de controle que podem ser aplicadas para redução dos níveis sonoros. Essas medidas compreendem o controle do ruído na fonte, trajetória e no homem. No entanto, a prática mais ideal a ser adotada consiste em considerar a importância da implantação de um sistema acústico no momento da elaboração do projeto de construção de uma indústria, na aquisição de novas máquinas e equipamentos e não somente quando estas já estão em funcionamento, visto que alguns métodos de controle podem se tornar inviáveis tecnicamente ou os custos podem se tornar ainda maiores. Portanto, o controle do ruído deve ser priorizado na fonte geradora e no último caso no homem. Sendo assim, o uso de EPI deve ser adotado como algo paliativo e não como uma solução definitiva para tratamento acústico. As empresas devem priorizar a adoção de máquinas e equipamentos mais tecnológicas, modernos e silenciosos pois estes contribuem ainda mais para um controle acústico bem-sucedido.

Portanto, o trabalho desenvolvido permitiu compreender a importância da implantação de medidas de controle em ambientes industriais acerca de sua contribuição para alcance de níveis sonoros mais toleráveis. No entanto, observa-se a necessidade de uma abordagem mais aprofundada em novos estudos científicos voltados especificamente para tecnologias e inovações acústicas aplicadas em máquinas e equipamentos industriais. Através deste estudo, busca-se incentivar pesquisadores a discutirem temas dessa natureza para que seja possível promover melhorias nesse campo e ampliar o conhecimento dessa área. Ressalta-se também a importância de que as empresas se conscientizem sobre o assunto afim de contribuir com o alcance de ambientes industriais mais seguros e saudáveis.

Observa-se que trabalhos futuros devem ser realizados acerca da presente temática, visto a importância da prevenção de problemas auditivos em indivíduos que trabalham nas indústrias, entendendo que a empresa deve ser responsável por proporcionar uma melhor qualidade de vida ao seu funcionário dentro do ambiente organizacional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.I.C. *et. al.*. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. **RevAssMed Brasil**. São Paulo, 2000.

AMBIENTEC. **Equipamento de Proteção Individual ou Coletiva: qual devo utilizar?** 2021. Disponível em: <https://www.ambientec.com/equipamento-de-protecao-individual-ou-coletiva-qual-devo-utilizar/>. Acesso em: setembro de 2021.

ANDRADE, Stella Maris Melazzi. **Metodologia para avaliação de impacto ambiental sonoro da construção civil no meio urbano**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro – RJ, 2004.

ARAÚJO, Simone Adad. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira Otorrinolaringologia** v.68, nº 1, 2002.

BASTOS, Leopoldo Pacheco. **Controle de ruído em instalações de grupos geradores: um estudo de caso**. Monografia de graduação. 114 p. Universidade federal do Pará. Belém, 2007.

BENITES, Anderson Glauco. **Sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho: conceitos e diretrizes para a implementação da Norma OHSAS 18001 e Guia ILO OSH da OIT**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

BISTAFA, Sylvio Reinaldo. **Acústica aplicada ao controle do ruído** Editora: Blucher Edgard. Sao Paulo, 2011.

BISTAFA, Sylvio Reinaldo. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. Edição: Edgard Blucher. Sao Paulo, 2017.

BOTELHO, Carla Tomaz *et.al.* Estudo comparativo de exames audiométricos de metalúrgicos expostos a ruído e ruído associado a produtos químicos. **Revista Brasileira de otorrinolaringologia** 75, nº 1. Jan – Fev, 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho. 2014. **Norma regulamentadora 15**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoesinsalubres>>. Acesso em: 29 out 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. 2015. **Norma regulamentadora 6. Equipamentos de proteção individual**. Disponível em: <https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR_MTE/NR%206%20-%20EPI.pdf> Acesso em: 30 nov 2019.

BRASIL. Ministério da Fazenda et.al. 2017. **Anuário estatístico de acidentes do Trabalho**. Disponível em: <sa.previdencia.gov.br/site/2018/09/AEAT-2017.pdf>. Acesso em: 14 out 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. 2017. **Norma regulamentadora 9. Programa de prevenção de risco ambientais**. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-09.pdf>. Acesso em: 28 out 2019.

BRASIL. **Ministério do Trabalho**. 2018. Disponível em:<<http://trabalho.gov.br/noticias/6789-perda-auditiva-por-exposicao-a-ruído-e-um-dos-maiores-riscos-no-trabalho>>. Acesso em: 29 out 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. 2018. **Norma regulamentadora 7. Programa de controle médico e saúde ocupacional**. Disponível em: <enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-07.pdf>. Acesso em: 28 out 2019.

CAPELLI, Jane de Carlos Santana et al. **A pessoa com deficiência auditiva: os múltiplos olhares da família, saúde e educação**. Rede Unida. 2. Edição. Porto Alegre/RS. 2016.

CAVALCANTI, Franciana *et al.* **Exposição ao ruído na indústria de transformação no Brasil**. CEFAC. Set - Out 2013.

CIOTE, F. A.; CIOTE, R. F. F.; HABER, J. Análise da atenuação de ruído de protetores auriculares. **Exacta**, v. 3, p. 71-77, 2005.

CORRÊA, Martinho Ullmann. **Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos**. Unijui - Universidade Regional. Ijuí/RS, 2011.

COSTA, Cláudia Barsanelli et.al. **Eficácia do Protetor Auditivo de Inserção em Programa de Prevenção de Perdas Auditiva**. Jundiaí, 2009.

COSTA, Rogério Gondim. **Os riscos e efeitos do ruído ocupacional**. Especialize On-line IPOG. Goiânia. 14. Vol. 1.Dez 2017.

CRUZ DE OLIVEIRA, Manoel José e OLIVEIRA CARVALHO, Râman Dênio. **Avaliação do isolamento acústico em um templo religioso na cidade de Santarém Pará**. Jun de 2016.

DEL CARLO, Ualfrido. **Controle de ruído industrial**. 2 ed. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1976.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. 2006. Ministério do trabalho e solidariedade social. **Decreto lei nº182/2006**. Disponível em <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/182/2006/09/06/p/dre/pt/html>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

ESCHER BOGER, Marlene *et al.* A influência do espectro de ruído na prevalência de Perda Auditiva Induzida por Ruído em trabalhadores. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**. São Paulo, 2009.

FERREIRA, José Reis; SOUSA, José Albuquerque; FOREID, Peter *et al.* Drive respiratório anormal na doença vibroacústica. **Rev Port Pneumol**. vol.12, nº 4, p.369-374. Jul., 2006. Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes/>. Acesso em: setembro de 2021.

FORMIGONI, Caio Eduardo Maccari. **Avaliação e caracterização de insalubridade por exposição a ruído ambiental dos trabalhadores de uma empresa de gerenciamento de resíduos industriais**. Curitiba, 2013.

GANIME, José Fernando *et.al.* **O ruído como um dos riscos ocupacionais: Uma revisão de literatura**. Enfermería Global, Jun 2010.

GERHARDT; SILVEIRA, D.. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Editoração eletrônica: Luciane Delani, 2009.

GONÇALVES, Maiara Santos; TOCHETTO, Tania Maria; GAMBINI, Caroline. Hiperacusia em músicos de banda militar. **Rev. soc. bras. fonoaudiol.** 12(4): 298-303. Dez, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: setembro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comissão Nacional de Classificação**. CONCLA. 2019. Disponível em: < <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?secao=C&tipo=cnae&versao=2&view=secao>. Acesso em: 10 Set 2019.

ISC. **Instituto Santa Catarina**, 2017. Disponível em <<https://www.institutosc.com.br/web/blog/5-cuidados-devemos-ter-com-protetor-auditivo>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

LOYOLA DA SILVA, Cleiton Luiz. PCA: qual a sua importância para a saúde do trabalhador? **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**. Nº 2, v 2, artigo nº 16, Jul/Dez, 2016.

MARINS, Aline Freitas. **Tecnologia de controle de ruído em equipamentos industriais por enclausuramento acústico**. Encontro da sociedade brasileira de acústica. Porto Alegre, 2018.

MEIRA, Tatiane Costa *et al.* **Exposição ao ruído ocupacional: reflexões a partir do campo da Saúde do Trabalhador**. Interfac EHS Nº 3, v 7, 2012.

MELHOR ACÚSTICA. **Conhecimento em acústica**. 2015. Disponível em:< <http://melhoracustica.com.br/desempenho-das-fachadas-e-o-ruído-ambiental/>>. Acesso em: 20 out 2019.

MENDES TRANCOSO, Antônio Francisco. **Ruído ocupacional em ambiente industrial**. Jul 2011.

NHO 01. Norma de Higiene Ocupacional. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. Fundacentro, 2001.

NUNES, Cristiane Pinto *et al.*. **Sintomas auditivos e não auditivos em trabalhadores expostos ao ruído**. v.35, n.3, p.548-555. Jul-Set 2011.

OPAS. Organização Pan Americana da Saúde. 2019. **OMS lança o aplicativo para dispositivos móveis que ajuda a detectar perda auditiva**. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5881:oms-lanca-o-aplicativo-para-dispositivos-moveis-que-ajuda-a-detectar-perda-auditiva&Itemid=839>. Acesso em: 27 nov 2019.

OTTONI, Áurea *et al.* Ruído Ocupacional como fator de risco para perda auditiva. **Cogitare Enferm**, 2008.

RIBEIRO, Ana Maria Dutra; CÂMARA, Volney de M.. Perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora em trabalhadores de manutenção de aeronaves de asas rotativas. **Cad. Saúde Pública**.. 22(6): 1217-1224. Junho de 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: setembro de 2021.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LÚCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª Ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Luís Conde e VALÉRIO, Paulo. **O mapa de ruído como ferramenta de gestão ambiental na indústria**. Portugal. 2004.

SHI, Yuyan *et al.* **Classification of individual well-being scores for the determination of adverse**. Population Health Management, 3. Edição. 2012.

SILVA, Pérides. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento de Ar**. 6ª. Belo Horizonte: EDTAL E. T. Ltda, 2011.

SONEGO, Marília Trevisan; SANTOS, Valdete Alves Valentins dos; MORAES, Anaelena Bragança de. **Equipamento de proteção individual auricular: avaliação da efetividade em trabalhadores expostos a ruído**. Rev. CEFAC, 18 (3), May-Jun., 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/gF4k3mx6TbJvNrYGcYfMVPx/?lang=pt>. Acesso em: setembro de 2021.

TAVARES, Renata da Silva Cardoso Rocha. **Presenteísmo e ruído ocupacional: Estudo de associação**. Guaratinguetá, 2019.

VERDE GHAIA. 2019. Disponível em: < <https://www.consultoriaiso.org/qual-nr-fala-de-produtos-quimicos/produto-quimico/> >. Acesso em: 29 out 2019.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WICTOR, Ieda Claudia; BAZZANELLA, Sandro Luiz. **Avaliação ergonômica do nível de ruído e as causas de acidentes de trabalho em empresas madeireiras.** Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2012.

WHO. World Health Organization Global. **Health Risks:** mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva. 2009.

MARTINS, G.A. & PINTO, R.L. Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos. São Paulo: Atlas, 2001.

NORMA REGULAMENTADORA N.º 01 - DISPOSIÇÕES GERAIS e GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS
Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-01-atualizada-2020.pdf>.

IMPACTO DO RUÍDO OCUPACIONAL NA INDÚSTRIA

Raika Suellen Almeida Gonçalves¹

Tálita Rodrigues

RESUMO

O ambiente de trabalho pode oferecer diversos riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores. Dentre os riscos existentes, encontra-se o agente físico ruído, que tem potencial de gerar danos irreversíveis na saúde do trabalhador, contribuir com a ocorrência de acidentes de trabalho e diminuição da produtividade. Devido ao alto índice de perdas auditivas no mundo e de projeções para os próximos anos, verificou-se a necessidade da produção deste trabalho. Este estudo tem como objetivo geral conhecer os impactos da exposição ocupacional ao ruído em ambientes industriais e como este afeta na saúde e segurança dos trabalhadores. Como resultado deste estudo observou-se que, as distintas técnicas de controle de ruído baseiam-se, fundamentalmente, nos diferentes tratamentos que podem efetuar-se com as ondas sonoras. O controle sempre deve ser feito quando os padrões utilizados na avaliação são ultrapassados. Pode-se seguir um, ou vários, dos processos, como por exemplo, controle na fonte; controle sobre a via de transmissão; controle no pessoal, diminuindo o tempo de exposição ou uso de protetores auriculares. Quando se pretende a redução na geração do ruído, substituindo equipamentos ou componentes ruidosos por outros, seguem-se os "Procedimentos Ativos de Controle". No caso de tratamentos e acondicionamentos acústicos dos locais ou estudo da ordenação e disposição de equipamentos ruidosos nos recintos, o termo usado é "Procedimentos Passivos de Controle". Estes não evitam a geração do ruído, mas atenuam suas consequências sobre os receptores. Assim, conclui-se que, o trabalho desenvolvido permitiu compreender a importância da implantação de medidas de controle em ambientes industriais acerca de sua contribuição para alcance de níveis sonoros mais toleráveis. No entanto, observa-se a necessidade de uma abordagem mais aprofundada em novos estudos científicos voltados especificamente para tecnologias e inovações acústicas aplicadas em máquinas e equipamentos industriais. Através deste estudo, busca-se incentivar pesquisadores a discutirem temas dessa natureza para que seja possível promover melhorias nesse campo e ampliar o conhecimento dessa área. Ressalta-se também a importância de que as empresas se conscientizem sobre o assunto afim de contribuir com o alcance de ambientes industriais mais seguros e saudáveis.

Palavras-chave: Ruído ocupacional. Ruído industrial. Produtividade. Perda auditiva.

Correspondência/Contato

Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

FEAMIG

Rua Gastão Braulio dos Santos, 837

CEP 30510-120

Fone (31) 3372-3703

parametrica@feamig.br

<http://www.feamig.br/revista>

Editores responsáveis

Wilson José Vieira da Costa

wilsoncosta@feamig.br

Raquel Ferreira de Souza

raquel.ferreira@feamig.br

¹ Aluna do curso de Engenharia de Produção. E-mail: raika.suellen@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Diante de um mercado cada dia mais competitivo, as empresas estão buscando constantemente meios para se sobressaírem. No entanto, o capital humano, por se tratar de um componente relevante para a obtenção de resultados, muitas vezes não é tratado com a atenção que deveria. Para que as empresas se mantenham sustentáveis, produtivas e competitivas no mercado é fundamental o cuidado com a saúde e segurança dos trabalhadores.

O ambiente de trabalho pode oferecer diversos riscos ocupacionais e dentre esses riscos, encontra-se o ruído, frequentemente encontrado nos processos produtivos. A presença de ruído no âmbito ocupacional é um assunto de grande relevância e que deveria ser tratado com maior importância pelas organizações, principalmente aquelas que compõem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) das indústrias de transformação, por haver a realização de atividades que possuem maior incidência de exposição ao ruído ocupacional decorrentes da utilização de máquinas e equipamentos ruidosos.

A exposição ao ruído pode oferecer danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores, além de ser considerado um fator relevante para a ocorrência de acidentes de trabalho e causando até mesmo a diminuição da produtividade. Há estudos que indicam que trabalhadores submetidos a uma intensa exposição de ruído ocupacional, quando comparados a trabalhadores não expostos apresentam maior risco de se acidentarem.

Com o crescimento da indústria, é notório também o crescimento da poluição sonora, que hoje pode ser considerado como um dos maiores problemas da vida moderna: a poluição pelo agente físico ruído. Dois fatores são determinantes para mensurar a amplitude da poluição sonora: o tempo de exposição e o nível do barulho a que se expõe a pessoa. A perda da audição, o efeito mais comum associado ao excesso de ruído, pode ser causado por várias atividades da vida diária.

O ruído industrial acima do nível de ação pode provocar uma grande variedade de males à saúde do trabalhador, que vão de efeitos psicológicos, distúrbios neurovegetativos, náuseas e cefaleias, até redução da produtividade, aumento do número de acidentes, de consultas médicas e do absenteísmo.

Segundo a Sociedade Brasileira de Acústica, os níveis de ruído industrial nas empresas brasileiras são absurdamente excessivos. Essa situação pode ser amenizada aplicando-se as tecnologias de controle de ruído existentes, que envolvem o desenvolvimento de pro-

duto específicos e máquinas menos ruidosas, recursos para identificação e análises das fontes de ruído. Desta forma, o propósito deste trabalho é a orientar a indústria e os trabalhadores sobre o impacto do ruído industrial e seu reflexo na saúde, segurança e produtividade.

O objetivo geral desta pesquisa é de avaliar quais os impactos da exposição ao ruído na segurança e saúde dos trabalhadores.

O referido trabalho retrata que o risco físico ruído que é um dos principais agentes do risco ambiental, dentro dele aplicará os conceitos do agente, os males da exposição acima do nível de ação e a forma de prevenção. Com essa pesquisa será possível uma avaliação preliminar para que as empresas que expõem seus colaboradores nesse risco, possam de forma preventiva conscientizar os empregados com as atitudes que poderão minimizar o risco para a saúde e segurança no trabalho.

Contudo, a pesquisa realizada propicia à Engenharia de Produção um ambiente esclarecedor para facilitar a mitigação sobre o risco físico existente amplamente nos processos industriais. Com o mesmo foi possível aprofundar nas mais complexas exposições e aplicações de ações que asseguram a saúde e bem-estar dos profissionais. Esse estudo é de grande relevância para a sociedade, pois proporciona a devida qualificação aos integrantes do mercado de trabalho industrial, melhorando assim a saúde dos trabalhadores e promovendo um ambiente de trabalho confortável e seguro. Assim, pode-se aqui utilizar como questão norteadora a seguinte: Quais os impactos da exposição dos trabalhadores ao ruído na segurança e saúde na indústria?

A metodologia aqui utilizada foi a de revisão de literatura, visto que se buscou por meio de livros e artigos de diversos autores responder ao objetivo geral proposto na presente pesquisa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O ruído no ambiente organizacional

Sabe-se que, no Brasil e no mundo a busca incessante por melhorias nas condições de segurança e saúde em ambientes organizacionais com relação às ações preventivas

exigidas pelas normas e leis vem atingido avanços satisfatórios, porém ainda é insuficiente (CORRÊA, 2011).

O aumento da exposição ao ruído se deve a história do processo produtivo da sociedade industrializada no qual vem modificando o trabalho e sua organização, desde o final do século XIX. A transição entre o período mercantil para o industrial foi o marco de um novo padrão de desenvolvimento focado no aumento do capital e exploração da mão de obra, que constituem um modo de produção caracterizado pela divisão do trabalho, intensificação dos ritmos, adesão de novas tecnologias e abstenção do trabalhador do seu saber e criação (MEIRA *et al.*, 2012).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a indústria de transformação é caracterizada pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), quando há atividades que envolvam a modificação física, química e biológica de substâncias e componentes, ou seja, conceitua-se como indústria de transformação as atividades que ocorrem a transformação de matéria prima em produto final (IBGE, 2019).

O ruído no ambiente organizacional, na maioria das vezes é decorrente do funcionamento de máquinas e equipamentos da produção, origina-se das vibrações dos equipamentos em operação. Quanto menos tecnológicas forem essas máquinas e equipamentos maior poderá ser o ruído gerado por elas, podendo chegar a ser intolerável (GANIME, 2010).

Os problemas acústicos são classificados em duas naturezas, sendo a primeira relacionada à indústria e a segunda ao cidadão comum, urbano ou social (SILVA, 2011). Este estudo foi desenvolvido focado apenas em problemas relativos à ambientes industriais. Empresas como as metalúrgicas, madeireiras, fabricantes de produtos químicos, fabricantes de produtos alimentícios, fabricantes de produtos de minerais não metálicos dentre outras fazem parte do CNAE da indústria de transformação e estas normalmente desenvolvem atividades nas plantas industriais e fábricas onde é comum a utilização de máquinas e equipamentos (IBGE, 2019).

2.20 ruído ocupacional

Dentre os riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho e com potencial de causar prejuízos à saúde encontra-se o ruído por estar presente em grande parte dos processos produtivos. Os países emergentes se destacam por apresentar maior fraqueza no

monitoramento dos ambientes de trabalho e na vigilância à saúde (MEIRA *et al.*, 2012). O ruído, quando comparado a outros fatores e agentes, possui maior possibilidade de danos à saúde, isso se deve pelo fato de ser um risco mais frequente, no qual se expõe um número maior de trabalhadores (BOTELHO *et al.*, 2009). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ranking dos fatores ocupacionais que geram mais anos vividos com incapacidade está o ruído, ocupando o terceiro lugar neste ranking (WHO, 2009).

2.2.1 Limite de tolerância e exposição

O Ministério do Trabalho (2014), por meio da norma regulamentadora 15/2014 que trata das atividades e operações insalubres, define limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto e faz recomendação da exposição máxima diária em jornadas de trabalho de acordo com o tempo de exposição e níveis em dB. Além disso, o Anexo I da NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional considera o limite de tolerância estabelecido pela NR-15, (85 dB (A) por 8 horas de trabalho). Entretanto, de acordo com a NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, os trabalhadores expostos ao ruído a partir do nível de ação, onde a dose diária de exposição a ruído ultrapassa 0,5 (dose superior a 50%), valor esse correspondido a 80 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, devem passar por controle médico.

Tabela 1: Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos

106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	6 minutos

Fonte: Ministério do Trabalho (2015).

Conforme Tabela 1, os limites de tolerância e tempo de exposição são definidos por norma. Os trabalhadores expostos a atividades ou operações com níveis de ruído contínuo ou intermitente que ultrapassem 115 db (A) poderão estar sujeitos a um risco grave e eminente (MT, 2014). Sendo assim, para acessar ambientes onde o ruído está acima de 85 db (A) é indispensável o uso de Equipamento de Proteção Auditiva (SILVA, 2014).

Diante do exposto nesse capítulo, é possível compreender que a exposição a níveis elevados de ruído é considerada um risco eminente e grave na saúde do trabalhador. Dessa forma, obedecer aos limites de tolerância e tempo de exposição definidos por norma se fazem necessários na prevenção de danos à saúde.

2.3 Efeitos do ruído no trabalhador

2.3.1 A saúde auditiva dos trabalhadores

Os aspectos relacionados ao controle acústico tem sido um assunto de grande destaque nos últimos tempos (MENDES TRANCOSO, 2011). O ruído existente no ambiente industrial pode refletir na saúde do trabalhador e conseqüentemente na produtividade. Quando uma organização insere seus colaboradores em ambientes com exposição a níveis elevados de ruído, há uma tendência desses trabalhadores terem sua produtividade reduzida por efeitos, que vai desde o zumbido até a perda auditiva induzida por ruído (GANIME, 2010).

De acordo com Capelli *et al.* (2016), a captação, análise e interpretação dos estímulos sonoros é realizada por meio da audição. Independentemente de sua origem, o som é imprescindível na vida humana uma vez que influencia na interação entre pessoas e na comunicação. Escher *et al.* (2009), explica que órgão de Corti, área responsável pelo som de frequências agudas chamado espira basal da cóclea quando lesionada,

independentemente do espectro de frequência do ruído agressor, já é considerada insalubre em função da intensidade do ruído.

O decreto 182/2006, que trata integralmente das questões mínimas de segurança e saúde em função da exposição dos trabalhadores ao agente de risco ruído a firma que dentre as doenças ocupacionais existente, a PAINPSE é uma das mais impactantes decorrentes do trabalho. O decreto ainda informa que, o controle do ruído é uma obrigação legal de grande relevância para empregadores e trabalhadores, uma vez que a probabilidade de acidente de trabalho gera alto índice de absenteísmo. Um ambiente saudável e seguro contribui com aumento da produtividade (DIÁRIO DA REPÚBLICA, 2006).

Wictor; Bazzanella (2012) mencionam a importância do bem-estar do homem para que ele esteja atento às situações de risco. Os autores também afirmam que o ruído pode gerar estresse, cansaço, dores de cabeça, entre outros sintomas, gerando acidentes e interferência na produtividade.

De acordo com Costa (2017), o ambiente industrial é composto por riscos ocupacionais. Dentre os riscos existentes nas indústrias, encontra-se o risco físico ruído que é considerado um dos mais agressivos no que se refere aos danos provocados na saúde dos trabalhadores. O fato de haver geração de ruído na maioria das máquinas industriais, torna-se o ruído um risco inevitável. O autor defende a ideia de que trabalhadores expostos a níveis sonoros elevados podem possuir maior probabilidade de acidentarem-se quando comparado a trabalhadores não expostos. Além da contribuição no acontecimento de acidentes, o ruído pode causar perda de concentração, estresse, irritabilidade, problemas auditivos, entre outros.

De acordo com o Ministério da Saúde, aproximadamente, 5,8 milhões de brasileiros têm algum grau de surdez. Em nível mundial, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 5% (466 milhões) da população mundial apresenta deficiência auditiva incapacitante. A previsão que até 2050, mais de 900 milhões de pessoas perderão sua audição de forma irreversível. Mundialmente, a perda auditiva representa um custo anual de US\$ 750 bilhões (OPAS, 2019)

A situação é ainda mais agravante nos países em desenvolvimento, pois além de ser muito comum a exposição ao ruído excessivo o uso de equipamentos de proteção coletivas e individuais costumam ser de menor aderência (ESCHER BOGER *et al.*, 2009). Os gastos referentes a saúde, além de afetarem na produtividade atingem de forma significativa na

economia das empresas. Há registros estimados de que 10,7 % das despesas totais de mão de obra compreende-se às condições crônicas e que nos Estados Unidos o custo total do presenteísmo ultrapassa o valor de US \$ 150 bilhões por ano (SHI *et al.*, 2012). De acordo com o estudo realizado por Tavares (2019), o ruído está associado significativamente ao presenteísmo cuja extensão desse impacto é deduzida e não mensurada sobre outros indicadores como perda auditiva e zumbido, que estão relacionados com os desfechos auditivos e extra auditivos.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Conceito de ruído industrial

Ao se trabalhar em uma indústria que possui uma grande quantidade de equipamentos funcionando ao mesmo tempo, é inevitável se expor a um agente físico que vem sendo a causa de crescente doenças do trabalho: o ruído.

De acordo com Bastos (2007) conceitua-se ruído industrial como sendo todo o som e barulho que causa uma poluição sonora que não é desejada e gera uma perturbação, mas que pode ser diminuída, se adequando aos decibéis corretos para cada período do dia. O ruído é um dos riscos ocupacionais em ambientes de trabalho em que se utilizam máquinas e equipamentos. Nos setores da construção civil e industrial, por exemplo, as fontes de ruído consideradas prejudiciais aos funcionários costumam ser equipamentos e máquinas como martelos pneumáticos, retroescavadoras, serras circulares, fresadoras, geradores, tornos mecânicos, e outros. Os efeitos do ruído em ambientes de trabalho vão desde o prejuízo na comunicação, a perda da inteligibilidade da linguagem, irritabilidade, a alterações fisiológicas, sintomas cardiovasculares e lesões auditivas temporárias ou permanentes.

De acordo com Bistafa (2006), a audição é a percepção dos sons através da transformação das vibrações mecânicas, que chegam aos ouvidos (órgão responsável por captar sons até uma determinada distância) em impulsos nervosos decodificados no cérebro em uma sensação auditiva. O autor ainda assevera que a mesma é também considerada, por muitos, o mecanismo mais sensível do corpo humano, pois mesmo quando se está dormindo, ela permanece ativa e o ouvido em alerta. Antes mesmo do nascimento, o ser humano já recebe a influência de sons e vozes.

A audição é o sentido que possibilita o aprendizado da língua, através da qual se aprende a entender, dialogar, conhecer o próximo não somente por suas palavras ou pela entonação, mas por cada emoção contida em uma expressão sonora. Em contrapartida, a poluição sonora é hoje, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas. Em outras palavras, os ruídos estão em nosso cotidiano. Assim, o que antigamente era restrito a situações ocupacionais, hoje, é encarado como uma fonte de problemas físicos, psicológicos e sociais.

Conforme Andrade (2004), poluição sonora é qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente causada por sons inadmissíveis ou ruído, que de forma direta ou indireta, possam lesar fisiologicamente e/ou psicologicamente a saúde, a segurança e o bem-estar dos seres vivos, podendo provocar efeitos clínicos, estresse, dificuldades mentais e emocionais e até a surdez progressiva e imediata. Com isso, entende-se que é crítica a situação em relação à poluição sonora, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) 10% da população mundial (mais de 600 milhões de habitantes) tem algum grau de deficiência auditiva.

No Brasil, segundo Bastos (2007), estima-se que esse número chegue a 15 milhões de pessoas, e o mais grave é que, segundo o último levantamento do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 350 mil brasileiros apresentam surdez profunda, ou seja, sem a o auxílio de aparelhos, não ouvem absolutamente nada. Objetivando amenizar o grau de poluição sonora de recintos poluídos, técnicas de controle de ruído (ativo, passivo e combinado) foram sendo desenvolvidas ao longo dos anos. Técnicas essas que são, em geral, específicas para cada caso, e que, atualmente, esbarram em um aspecto: o custo, ao qual, até então, não se dava devida importância em razão dos benefícios obtidos através dessas técnicas.

3.2 Principais consequências da exposição ao ruído ocupacional na saúde, segurança e produtividade

Atualmente, nota-se que a saúde dos trabalhadores passou a ser um diferencial de peso relevante para as empresas. A imagem da empresa que tem como bem principal os seus funcionários, tem se tornado cada vez mais importante, afinal a credibilidade no mercado e a boa visibilidade pública são fatores primordiais para a perenidade dos negócios.

O ambiente de trabalho adequado constitui-se em um dos fatores mais importantes que devem ser investigados nas empresas. A relação entre as ações empresariais deve visar uma melhoria no ambiente laboral e o desempenho dos trabalhadores. Um dos riscos ambientais que mais aparecem como eminentes nas indústrias é o ruído (CIOTE *et al.*, 2005).

Conforme Botelho (2009), a diversidade dos processos de produção, os mais variados agentes presentes nos ambientes laborais e os diferentes tipos de equipamentos levam aos riscos ambientais/ocupacionais que diferem entre si em características como intensidade, duração e espectro, não só entre as indústrias, mas também dentro de uma mesma indústria. A exposição aos riscos ocupacionais pode trazer perda na qualidade de desempenho do trabalho do empregado, que resulta, inclusive, no comprometimento da sua qualidade de vida e saúde, incluindo-se os acometimentos por adoecimentos e acidentes de trabalho.

Para Ciote *et al.* (2005), várias são as situações em que o trabalhador não percebe a evolução de sua doença relacionada ao trabalho, vindo a perder a eficiência no rendimento laboral, com casos em que ocorrem os aumentos sintomáticos de absenteísmo e, até mesmo, afastamentos temporários, chegando ao extremo de afastamentos por invalidez em pessoas relativamente jovens. Esse é um ônus caro que pode ser evitado com o monitoramento da saúde do empregado, através do conhecimento dos riscos ambientais locais e buscando-se ações de bloqueio para os riscos cujas ocorrências forem comprovadamente acima dos limites permissíveis.

A busca pela garantia da integridade física, mental e social dos trabalhadores durante o desenvolvimento de suas atividades, passa pela implantação de métodos eficazes de gestão de segurança e saúde do trabalho. Tais métodos podem contribuir de forma direta para o aumento ou melhoria da produtividade, mesmo tendo como foco principal a redução e/ou eliminação das condições de riscos existentes no ambiente de trabalho.

Uma das doenças laborais mais comuns em razão da exposição contínua ao ruído industrial é a perda auditiva, conhecida no meio trabalhista como pela sigla PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído). Outras doenças corriqueiramente contraídas pelos trabalhadores são as lesões ocasionadas nas vias auditivas, em especial na membrana do tímpano (ARAÚJO, 2002).

Mas não é só o sistema auditivo que é prejudicado quando exposto a ruídos constantes. Um trabalhador que trabalha diariamente exposto a níveis de ruídos maiores do que o

permitido está sujeito a insônia, irritabilidade, dores de cabeça, problemas cardíacos e gástricos, déficit de atenção e outras inúmeras enfermidades.

Assim, em razão de tantas consequências maléficas ao trabalhador, o ruído é visto como um vilão na área de saúde e segurança do trabalho e, por este motivo, tem sido alvo frequente da legislação brasileira.

Em virtude das constantes mudanças ocorridas nos processos produtivos através das evoluções tecnológicas, os modelos de gestão de saúde do trabalho têm sido cada vez mais aprimorados no Brasil e no mundo. Tais adequações visam a implantação dos próprios sistemas de gestão, atendimento à legislação e, conseqüentemente, a melhoria dos indicadores relacionados à prevenção de problemas de saúde do trabalhador.

De acordo com Benites (2004), os resultados positivos das empresas são produtos das mais variadas interações entre os processos, ou seja, para se obter excelentes resultados produtivos, os aspectos de segurança e saúde devem ser considerados e aplicados. Com a adoção de um método proativo, pode-se adotar ações de prevenção, identificando e minimizando riscos, de forma a antecipar as causas e os efeitos de possíveis problemas de saúde relacionados ao trabalho.

De acordo com Ganime *et al.* (2010), a exposição ao ruído pode provocar diferentes respostas nos trabalhadores de ordem auditiva e extra-auditiva a depender das características do risco, da exposição e do indivíduo exposto. São efeitos auditivos reconhecidos: o zumbido de *pitch* agudo, a mudança temporária do limiar (MTL) e a mudança permanente do limiar (MPL) (trauma acústico agudo e crônico) e são efeitos extra-auditivos: distúrbios no cérebro e nos sistemas nervoso, circulatório, digestório, endócrino, imunológico, vestibular, muscular, nas funções sexuais e reprodutivas, no psiquismo, no sono, na comunicação e no desempenho de tarefas físicas e mentais.

Para Del Carlo (1976), a exposição ao ruído pode ocasionar efeitos à saúde como estresse, irritabilidade, hipertensão arterial e pode estar associado a outras situações de risco. A pessoa pode também perder o apetite, ser vítima de aerofagia (deglutição de ar), de insônia, de distúrbios circulatórios ou respiratórios e pode emagrecer. Há anos pesquisas indicavam a presença de hipersensibilidade auditiva, associada a outras alterações, como paralisia do nervo facial, pós-estapedectomia, zumbido, síndrome de Williams. Atualmente, sabe-se que a hiperacusia pode ser causada ou acompanhar diversas condições patológicas periféricas ou centrais. Embora as causas da hiperacusia ainda não estejam

determinadas com exatidão, a exposição prolongada a ruído intenso é um fator desencadeante importante.

A hiperacusia pode impedir ou dificultar a utilização plena das habilidades auditivas, prejudicando não só o trabalho, mas também a qualidade da vida social dos trabalhadores. É caracterizada pelo constante incômodo a sons de intensidade fraca ou moderada, independente da situação ou ambiente. Há uma amplificação anormal da atividade neural evocada por um som na via auditiva, que sofre uma ativação secundária do sistema límbico. Existem parâmetros tais como a anamnese detalhada e a realização do teste do limiar de desconforto (*Loudness Discomfort Level* – LDL), para a identificação deste problema. Há também a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), que pode apenas ser prevenida eliminando-se ou diminuindo-se os níveis de exposição sonora. Esta é considerada uma das mais comuns das doenças ocupacionais e a segunda lesão ocupacional auto-referida mais comum. Este problema é permanente e irreversível e inexistente tratamento efetivo quando é resultante de exposição excessiva (GANIME *et al.*, 2010, p. 7).

Conforme Gonçalves *et al.* (2007), os trabalhadores expostos aos níveis elevados de pressão sonora podem ter, ao longo dos anos, uma perda auditiva neurosensorial irreversível (perda auditiva por exposição a níveis elevados de pressão sonora). Inicialmente, podem ocorrer alterações temporárias do limiar auditivo (TTS Temporary Threshold Shift), isto é, um efeito de curto prazo da redução da sensibilidade auditiva, que retorna gradualmente ao normal depois de cessada a exposição.

Para Ganime *et al.* (2010), a alteração do limiar auditivo depende do tempo de exposição, do nível sonoro da emissão acústica, da frequência do som emitido e da sensibilidade individual. Através da exposição continuada podem ocorrer alterações permanentes do limiar de audição. O efeito adverso do ruído na audição ocorre nas células ciliadas do Órgão de Corti, por isso, a perda de audição é dita neurosensorial.

As primeiras células acometidas são as ciliadas externas, devido à inativação dos canais iônicos das células. A PAIR é a mudança permanente do limiar decorrente de um trauma acústico crônico e se caracteriza por ser do tipo sensorio-neural, geralmente bilateral e simétrica, irreversível, de grau leve nas frequências baixas e severo nas frequências altas, com configuração audiométrica típica (entalhe em forma de V) na faixa de frequências de 6000, 4000 e/ou 3000 Hz, que progride lentamente nas frequências de 8000, 2000, 1000, 500 e 250 Hz e atinge seu nível máximo, nas frequências mais altas, nos primeiros 10 a 15 anos de exposição estável a nível de pressão sonora (NPS) elevados e que interrompe sua progressão uma vez cessada a exposição (GANIME *et al.*, 2010, p. 8).

De acordo com Gonçalves *et al.* (2007), a prevalência de PAIR de origem ocupacional em industriários de um mesmo setor da atividade econômica é extremamente variável tanto em estudos internacionais quanto em nacionais devido a fatores relacionados ao risco, à exposição e aos trabalhadores das populações estudadas. No Brasil, além dos precários

sistemas de informação e de fiscalização, ocorre ainda a questão da sub-notificação, fato que dificulta a determinação da magnitude do problema.

3.3 Métodos e soluções mais utilizadas para o controle do ruído industrial

A eliminação e/ou redução da exposição ao ruído aos trabalhadores contribui diretamente para um ambiente mais saudável e seguro. Dessa forma, a probabilidade de absenteísmo, acidentes e baixo rendimento é muito menor. Existem muitas medidas que podem ser tomadas a fim de diminuir a exposição ao ruído, tanto relativa a arquitetura do ambiente (distribuição das máquinas no local), como equipamentos de proteção e medidas administrativas.

Os métodos mais utilizados serão abordados a seguir:

3.3.1 Primeiro Método: Medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho

Há três métodos principais para a redução do ruído, são eles (GANIME et al., 2010):

- Na fonte: é o método mais eficiente, porque permite obter-se a redução do ruído interno no parque industrial, melhorando assim a qualidade dos ambientes;
- Pelo planejamento físico: isolando os edifícios ou máquinas. A disposição apropriada dos equipamentos, dos setores e das estruturas de vibração, pode levar a níveis acústicos sob a égide da legislação pertinente;
- Pelo controle sistemático dos níveis de ruído: não permitindo que estes se elevem, pelo desgaste ou falta de manutenção, a níveis excessivos.

De acordo com Ribeiro et al. (2006), caso não se consiga o resultado desejado na redução do nível de ruído, cabe ao empregador como alternativa o fornecimento de equipamentos de proteção individual, dando melhor condição para o empregado, além de resguardar legalmente a empresa, estando o enfermeiro do trabalho responsável juntamente com as demais equipes por sensibilizar os trabalhadores da necessidade do uso através de ações educativas e implementações de programas que ao invés de punitivos precisam ser sempre educativos.

Conforme Ferreira et al. (2006), todo protetor auricular, seja em forma de concha, abafadores, plugues de inserção, atenua o ruído criando uma barreira para reduzir o som

que chega por via aérea à membrana timpânica porém o nível de proteção obtido depende do grau de vedação do protetor, de forma que qualquer vazamento permite que o som passe pelo protetor. Porém há inexistência de estudos sobre a importância do tamanho do protetor auditivo ser pequeno, médio ou grande na eficácia da proteção do ruído ocupacional. Além disso, a utilização de protetores auriculares enquanto medida principal no controle dos efeitos do ruído não tem se mostrado suficiente para evitar o agravamento da PAIR.

Para Ganime et al. (2010), as distintas técnicas de controle de ruído baseiam-se, fundamentalmente, nos diferentes tratamentos que podem efetuar-se com as ondas sonoras. O controle sempre deve ser feito quando os padrões utilizados na avaliação são ultrapassados. Pode-se seguir um, ou vários, dos processos, como por exemplo, controle na fonte; controle sobre a via de transmissão; controle no pessoal, diminuindo o tempo de exposição ou uso de protetores auriculares. Quando se pretende a redução na geração do ruído, substituindo equipamentos ou componentes ruidosos por outros, seguem-se os "Procedimentos Ativos de Controle". No caso de tratamentos e acondicionamentos acústicos dos locais ou estudo da ordenação e disposição de equipamentos ruidosos nos recintos, o termo usado é "Procedimentos Passivos de Controle". Estes não evitam a geração do ruído, mas atenuam suas consequências sobre os receptores.

3.3.2 Segundo Método: Utilização de equipamento de Proteção Coletiva – EPC

De acordo com Sonogo et al. (2016), os Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC são dispositivos utilizados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos inerentes aos processos, tais como o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a sinalização de segurança, a proteção de partes móveis de máquinas e equipamentos.

Ainda conforme Sonogo et al. (2016), o EPI será obrigatório somente se o EPC não atenuar os riscos completamente ou se oferecer proteção parcialmente. Compete ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT recomendar ao empregador o EPI adequado ao risco existente em determinada atividade, ambiente ou situação.

3.3.3 Terceiro Método: Utilização de equipamento de proteção individual – EPI

Para Gonçalves et al. (2007), o Equipamento de Proteção Individual – EPI é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção contra riscos capazes de ameaçar a sua segurança e a sua saúde. O uso deste tipo de equipamento só deverá ser feito quando não for possível tomar medidas que permitam eliminar os riscos do ambiente em que se desenvolve a atividade, ou seja, quando as medidas de proteção e prevenção coletiva não forem viáveis, eficientes e suficientes para a atenuação dos riscos e não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes e doenças do trabalho.

Os tipos de EPI's utilizados podem variar dependendo do tipo de atividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador tais como (AMBIENTEC, 2021):

- Proteção auditiva: abafadores de ruídos ou protetores auriculares;
- Proteção respiratória: máscaras e filtro;
- Proteção visual e facial: óculos e viseiras;
- Proteção da cabeça: capacetes;
- Proteção de mãos e braços: luvas e mangotes;
- Proteção de pernas e pés: sapatos, botas e botinas;
- Proteção contra quedas: cintos de segurança e cinturões.

Dentre as atribuições exigidas pela Norma Regulamentadora de número 6, cabe ao empregador as seguintes obrigações (AMBIENTEC, 2021):

- adquirir o EPI adequado ao risco de cada atividade;
- exigir seu uso por parte dos colaboradores;
- fornecer ao trabalhador somente o equipamento aprovado pelo órgão, nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- substituir imediatamente o EPI, quando danificado ou extraviado;
- responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou identificar os principais impactos que as exposições ao ruído ocupacional geram na saúde e segurança dos trabalhadores e como estes interferem na produtividade. Pode-se afirmar que o ruído industrial é um agente físico de potencial grave, prejudicial à saúde e segurança dos trabalhadores e que sua exposição há níveis elevados pode provocar desde zumbidos à perda irreversível da audição de um indivíduo. Um ambiente quando não é seguro e saudável tende a contribuir com a redução da produtividade, aumento do índice de absenteísmo e influenciar no acontecimento de acidentes laborais.

Existe no mercado diversas medidas de controle que podem ser aplicadas para redução dos níveis sonoros. Essas medidas compreendem o controle do ruído na fonte, trajetória e no homem. No entanto, a prática mais ideal a ser adotada consiste em considerar a importância da implantação de um sistema acústico no momento da elaboração do projeto de construção de uma indústria, na aquisição de novas máquinas e equipamentos e não somente quando estas já estão em funcionamento, visto que alguns métodos de controle podem se tornar inviáveis tecnicamente ou os custos podem se tornar ainda maiores. Portanto, o controle do ruído deve ser priorizado na fonte geradora e no último caso no homem. Sendo assim, o uso de EPI deve ser adotado como algo paliativo e não como uma solução definitiva para tratamento acústico. As empresas devem priorizar a adoção de máquinas e equipamentos mais tecnológicas, modernos e silenciosos pois estes contribuem ainda mais para um controle acústico bem-sucedido.

Portanto, o trabalho desenvolvido permitiu compreender a importância da implantação de medidas de controle em ambientes industriais acerca de sua contribuição para alcance de níveis sonoros mais toleráveis. No entanto, observa-se a necessidade de uma abordagem mais aprofundada em novos estudos científicos voltados especificamente para tecnologias e inovações acústicas aplicadas em máquinas e equipamentos industriais. Através deste estudo, busca-se incentivar pesquisadores a discutirem temas dessa natureza para que seja possível promover melhorias nesse campo e ampliar o conhecimento dessa área. Ressalta-se também a importância de que as empresas se conscientizem sobre o assunto afim de contribuir com o alcance de ambientes industriais mais seguros e saudáveis.

Observa-se que trabalhos futuros devem ser realizados acerca da presente temática, visto a importância da prevenção de problemas auditivos em indivíduos que trabalham nas indústrias, entendendo que a empresa deve ser responsável por proporcionar uma melhor qualidade de vida ao seu funcionário dentro do ambiente organizacional.

REFERÊNCIAS

AMBIENTEC. **Equipamento de Proteção Individual ou Coletiva: qual devo utilizar?** 2021. Disponível em: <https://www.ambientec.com/equipamento-de-protecao-individual-ou-coletiva-qual-devo-utilizar/>. Acesso em: setembro de 2021.

ANDRADE, Stella Maris Melazzi. **Metodologia para avaliação de impacto ambiental sonoro da construção civil no meio urbano**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro – RJ, 2004.

BASTOS, Leopoldo Pacheco. **Controle de ruído em instalações de grupos geradores: um estudo de caso**. Monografia de graduação. 114 p. Universidade federal do Pará. Belém, 2007.

BENITES, Anderson Glauco. **Sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho: conceitos e diretrizes para a implementação da Norma OHSAS 18001 e Guia ILO OSH da OIT**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

BOTELHO, Carla Tomaz *et.al.* Estudo comparativo de exames audiométricos de metalúrgicos expostos a ruído e ruído associado a produtos químicos. **Revista Brasileira de otorrinolaringologia** 75, nº 1. Jan - Fev 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho. 2014. **Norma regulamentadora 15**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoesinsalubres>>. Acesso em: 29 out 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. 2015. **Norma regulamentadora 6. Equipamentos de proteção individual**. Disponível em: <https://www.pncq.org.br/uploads/2016/NR_MTE/NR%206%20-%20EPI.pdf> Acesso em: 30 nov 2019.

CAPELLI, Jane de Carlos Santana et al. **A pessoa com deficiência auditiva: os múltiplos olhares da família, saúde e educação**. Rede Unida. 2. Edição. Porto Alegre/RS. 2016.

CORRÊA, Martinho Ullmann. **Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos**. Unijui - Universidade Regional. Ijuí/RS, 2011.

COSTA, Rogério Gondim. **Os riscos e efeitos do ruído ocupacional**. Especialize On-line IPOG. Goiânia. 14. Vol. 1.Dez 2017.

DEL CARLO, Ualfrido. **Controle de ruído industrial**. 2 ed. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1976.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. 2006. Ministério do trabalho e solidariedade social. **Decreto lei nº182/2006**. Disponível em <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/182/2006/09/06/p/dre/pt/html>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

ESCHER BOGER, Marlene *et al.* A influência do espectro de ruído na prevalência de Perda Auditiva Induzida por Ruído em trabalhadores. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**. São Paulo, 2009.

FERREIRA, José Reis; SOUSA, José Albuquerque; FOREID, Peter *et al.* Drive respiratório anormal na doença vibroacústica. **Rev Port Pneumol**. vol.12, nº 4, p.369-374. Jul., 2006. Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes/>. Acesso em: setembro de 2021.

GANIME, José Fernando *et al.* **O ruído como um dos riscos ocupacionais**: Uma revisão de literatura. *Enfermería Global*, Jun 2010.

GONÇALVES, Maiara Santos; TOCHETTO, Tania Maria; GAMBINI, Caroline. Hiperacusia em músicos de banda militar. **Rev. soc. bras. fonoaudiol.** 12(4): 298-303. Dez, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: setembro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comissão Nacional de Classificação. CONCLA**. 2019. Disponível em: < <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?secao=C&tipo=cnae&versao=2&view=secao>. Acesso em: 10 Set 2019.

MEIRA, Tatiane Costa *et al.* **Exposição ao ruído ocupacional**: reflexões a partir do campo da Saúde do Trabalhador. *Interfac EHS* Nº 3, v 7, 2012.

MENDES TRANCOSO, Antônio Francisco. **Ruído ocupacional em ambiente industrial**. Jul 2011.

OPAS. Organização Pan Americana da Saúde. 2019. **OMS lança o aplicativo para dispositivos móveis que ajuda a detectar perda auditiva**. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5881:oms-lanca-o-aplicativo-para-dispositivos-moveis-que-ajuda-a-detectar-perda-auditiva&Itemid=839>. Acesso em: 27 nov 2019.

RIBEIRO, Ana Maria Dutra; CÂMARA, Volney de M.. Perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora em trabalhadores de manutenção de aeronaves de asas rotativas. **Cad. Saúde Pública**.. 22(6): 1217-1224. Junho de 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: setembro de 2021.

SHI, Yuyan *et al.* **Classification of individual well-being scores for the determination of adverse**. *Population Health Management*, 3. Edição. 2012.

0

SONEGO, Marília Trevisan; SANTOS, Valdete Alves Valentins dos; MORAES, Anaelena Bragança de. **Equipamento de proteção individual auricular**: avaliação da efetividade em trabalhadores expostos a ruído. *Rev. CEFAC*, 18 (3), May-Jun., 2016. Disponível em: 999999ghb. Acesso em: setembro de 2021.

TAVARES, Renata da Silva Cardoso Rocha. **Presenteísmo e ruído ocupacional**: Estudo de associação. Guaratinguetá, 2019.

WICTOR, Ieda Claudia; BAZZANELLA, Sandro Luiz. **Avaliação ergonômica do nível de ruído e as causas de acidentes de trabalho em empresas madeireiras**. Simpósio de Excelencia em Gestão e Tecnologia. 2012.

WHO. World Health Organization Global. **Health Risks**: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva. 2009.