



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS PROTETORES AUDITIVOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MANAUS

Francisco Carlos Tavares Amorim

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Edinaldo José de Sousa Cunha

Belém

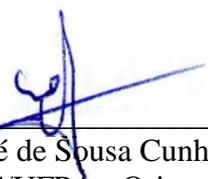
Fevereiro de 2019

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS PROTETORES AUDITIVOS UTILIZADOS
NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MANAUS**

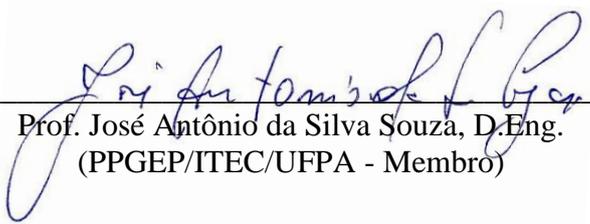
Francisco Carlos Tavares Amorim

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
PÓSGRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO
PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

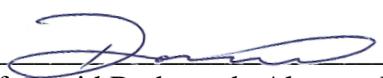
Examinada por:



Prof. Edinaldo José de Sousa Cunha, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Orientador)



Prof. José Antônio da Silva Souza, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Membro)



Prof. David Barbosa de Alencar, Dr.
(FAMETRO - Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

FEVEREIRO DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Amorim, Francisco Carlos Tavares, 1980-
Análise da Eficiência dos Protetores Auditivos
Utilizados na Indústria da Construção Civil na Cidade de
Manaus / Francisco Carlos Tavares Amorim - 2019.

Orientador: Edinaldo José de Sousa Cunha

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade
Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Processos, 2019

1. Protetores Auditivos 2. Eficiência 3. Construção Civil
I. Título

CDD 23.ed.620.23

*Dedico este trabalho a todos aqueles que
contribuíram direta ou indiretamente
para sua realização.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me oportunizar a conclusão de mais uma etapa da minha vida, a minha mãe pela orientação nos meus estudos, a minha esposa, pelo apoio incondicional e compreensão nas minhas ausências.

Ao meu orientador, pelo acompanhamento durante as pesquisas experimentais e pela assistência na elaboração desta dissertação.

“Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso ou pessoas fracassadas. O que existe são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.”

(Augusto Cury)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS PROTETORES AUDITIVOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MANAUS

Francisco Carlos Tavares Amorim

Fevereiro/2019

Orientador: Edinaldo José de Sousa Cunha

Área de Concentração: Engenharia de Processos

O setor da construção civil propicia situações de riscos ocupacionais aos trabalhadores nos canteiros de obra. Apesar da obrigatoriedade do uso dos equipamentos de proteção individual (EPI), o ruído é um dos riscos ocupacionais que persistem como um dos que mais causam danos aos trabalhadores. As causas podem ser inerentes ao controle, mas também pela inapropriada escolha dos métodos de implantação de protetores auditivos como medida de controle individual. Este trabalho visa analisar a eficiência dos protetores auditivos, levando em consideração o espectro de banda de oitava aos níveis de pressão sonora dos principais equipamentos utilizados no setor da construção civil na cidade de Manaus.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF HEARING PROTECTORS USED IN
THE CIVIL CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE CITY OF MANAUS**

Francisco Carlos Tavares Amorim

February/2019

Advisor: Edinaldo José de Sousa Cunha

Research Area: Process Engineering

The construction industry provides occupational hazards to workers at construction sites. Despite the mandatory use of personal protective equipment (PPE), noise is one of the occupational hazards that persist as one of the most damaging to workers. The causes may be inherent in the control, but also by the inappropriate choice of methods of hearing protector implantation as an individual control measure. This work aims to analyze the efficiency of hearing protectors, taking into account the octave band spectrum at the sound pressure levels of the main equipment used in the civil construction sector in the city of Manaus.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2- OBJETIVOS.....	2
1.2.1 - Objetivo geral.....	2
1.2.2 - Objetivos específicos.....	2
1.3 – CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	2
1.4 – ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 – SOM E RUÍDO.....	4
2.1.1 –Definição de som.....	4
2.1.2 – Definição de ruído.....	4
2.2 – ESPECTRO SONORO.....	5
2.3 – NÍVEL TOTAL DE PRESSÃO SONORA.....	6
2.4 – DOSE DE RUÍDO.....	7
2.5 – MECANISMO DA AUDIÇÃO E PROCESSAMENTO DO SOM.....	7
2.5.1 – Ouvido externo.....	8
2.5.2 – Ouvido médio.....	8
2.5.3 – Ouvido interno.....	9
2.6 – EFEITOS DO RUÍDO NO HOMEM.....	10
2.6.1 – Ruído e a perda de audição.....	10
2.7 – PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO OCUPACIONAL.....	11
2.8 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.....	13
2.9 – NÍVEIS DE REDUÇÃO DO RUÍDO.....	17
2.10 – FATORES DE ANÁLISE DE DADOS.....	18
2.11 – PROTETORES AUDITIVOS.....	19
2.11.1 – Protetor auditivo circum-auricular.....	20
2.11.2 – Protetor auditivo de inserção.....	21
2.11.3 – Protetor auditivo semi-auricular.....	22
2.11.4 – Protetores auditivos e atenuação de ruído.....	23
2.12 – MÉTODO LONGO.....	24
2.13 – MEDIÇÕES ACÚSTICAS.....	24

CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 – DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	25
3.2 – COLETA DE DADOS.....	25
3.3 – FONTES DE RUÍDO.....	25
3.4 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	27
3.4.1 – Dosímetro.....	27
3.4.2 – Martelete.....	28
3.4.3 – Compressor.....	29
3.4.4 – Caminhão betoneira.....	30
3.4.5 – Máquina de projeção de concreto.....	32
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 – AVALIAÇÃO DO RUÍDO DO MARTELETE.....	34
4.1.1 – Resultado do dosímetro.....	34
4.1.2 – Nível de equivalência por banda de oitava (martelete).....	35
4.1.3 – Resultados com utilização dos epi’s (martelete).....	36
4.2 – AVALIAÇÃO DO RUÍDO DO COMPRESSOR.....	36
4.2.2 – Resultados do dosímetro (compressor).....	36
4.2.3 – Nível de equivalência por banda de oitava (compressor).....	37
4.2.4 – Resultado com utilização do epi’s (compressor).....	38
4.3 – AVALIAÇÃO DO CAMINHÃO BETONEIRA.....	38
4.3.1 – Resultados do dosímetro (caminhão betoneira).....	38
4.3.2 – Nível de equivalência por banda de oitava (caminhão betoneira).....	39
4.3.3 – Resultado com utilização dos epi’s (caminhão betoneira).....	40
4.4 – AVALIAÇÃO DO RUÍDO DO BICO PROJETOR DE CONCRETO.....	40
4.4.1 – Resultados do dosímetro (projeção de concreto).....	40
4.4.2 – Nível de equivalência por banda de oitava (projeção de concreto).....	41
4.4.3 – Resultado com utilização dos epi’s (projeção de concreto).....	42
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	43
5.1 - CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXO I – CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Equipamentos de proteção individual.....	14
Figura 2.2	Protetor auditivo circum-auricular.....	20
Figura 2.3	Protetor auditivo circum-auricular acoplado ao capacete.....	21
Figura 2.4	Protetor auditivo de inserção.....	21
Figura 2.5	Protetor auditivo semi-auricular.....	22
Figura 3.1	Sistema de projeção de concreto.....	26
Figura 3.2	Dosímetro.....	27
Figura 3.3	Martelete.....	28
Figura 3.4	Compressor.....	29
Figura 3.5	Caminhão Betoneira.....	30
Figura 3.6	Máquina de projeção de concreto.....	32
Figura 4.1	Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo martelete.....	35
Figura 4.2	Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo compressor.....	37
Figura 4.3	Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo caminhão betoneira.....	39
Figura 4.4	Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo projeção do concreto.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	15
Tabela 2.2	Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído.....	16
Tabela 3.1	Configuração do medidor de ruído para o processo martetele....	28
Tabela 3.2	Configuração do medidor de ruído para o processo compressor	30
Tabela 3.3	Configuração do medidor de ruído para o processo caminhão betoneira.....	31
Tabela 3.4	Configuração do medidor de ruído para o processo projeção de concreto.....	33
Tabela 4.1	Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo martetele.....	34
Tabela 4.2	Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 processo martetele.....	36
Tabela 4.3	Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo compressor.....	36
Tabela 4.4	Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 processo compressor.....	38
Tabela 4.5	Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo caminhão betoneira.....	38
Tabela 4.6	Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 processo caminhão betoneira.....	40
Tabela 4.7	Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo projeção de concreto.....	40
Tabela 4.8	Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 processo projeção de concreto.....	42

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
CA	CERTIFICADO DE APROVAÇÃO
CCE	CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS
CCI	CÉLULAS CILIADAS INTERNAS
CIPA	COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES
DB	DECIBEL
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
EPA	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO AUDITIVA
EPI	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
FGV	FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
FVS	FUNDAÇÃO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA DO ESTADO DO AMAZONAS
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
ISO	INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION
LAVG	NÍVEL MÉDIO (AVERAGE LEVEL)
LEQ	NÍVEL EQUIVALENTE DE RUÍDO
MTE	MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO
NBR	NORMA BRASILEIRA
NEN	NÍVEL DE EXPOSIÇÃO NORMALIZADO
NHO	NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL
NPS	NÍVEL DE PRESSÃO SONORA
NR	NORMA REGULAMENTADORA
NRR	NÍVEIS DE REDUÇÃO DO RUÍDO
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
PAIR	PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO OCUPACIONAL
PAIRO	PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUÍDO OCUPACIONAL
PPRA	PROGRAMA DE PREVENÇÃO A RISCOS AMBIENTAIS
RIMA	RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL
SESMT	SERVIÇO ESPECIALIZADO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

SNR SINGLE NUMBER RATING
TWA TIME WEIGHTED AVERAGE

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

A Construção Civil em pouco mais de 150 anos, obteve uma crescente evolução na área industrial, passando pela modernização dos processos que antes eram feitos manualmente. A partir da mecanização e automatização dos processos de produção e o uso de máquinas operatrizes, os tipos de riscos ocupacionais eram principalmente ergonômicos passaram a ter o ruído não como um novo problema, mas houve a intensificação, devido ao uso dos equipamentos mecanizados.

ANDRADE (2004), afirma que, desde então, se difundiram técnicas que pretenderam reduzir os níveis de ruídos e vibrações típicas dessa indústria, embora se tenham elevado os níveis de lesões auditivas pela exposição desprotegida e contínua a eles no canteiro de obras.

Os avanços tecnológicos trazem benefícios indiscutíveis para a indústria da construção civil, para que esses trabalhadores sejam beneficiados, a preocupação com os riscos advindos devem ser feitos de acordo com as técnicas normas específicas. Para Dias (2015), “Mediante esse cenário, tornou-se indispensável demonstrar os tipos de ruído, discerni-lo de um termo quase sempre usado como seu sinônimo: o som”. “Som é utilizado para as sensações prazerosas, como música ou fala, ao passo que ruído é usado para descrever um som indesejável, como buzina, explosão, barulho de trânsito e máquinas” (SANTOS, 1996). Esse aspecto incômodo do ruído é tratado, então, como agressivo, como poluição sonora, causadora de “hipoacústica e surdez em indivíduos adultos” (AZEVEDO 1993).

Além do prejuízo na vida laboral do trabalhador, MEDEIROS (2011), defende em seu trabalho, baseado nos custos de dados da Previdência Social e da relevância da perda auditiva induzida por ruído ocupacional – PAIR, a necessidade legal e ética da adoção criteriosa de medidas eficazes, por parte das empresas, que garantam a saúde e integridade auditiva dos trabalhadores.

Esse trabalho surge da necessidade do atendimento desses critérios aplicados aos trabalhadores da indústria da Construção Civil.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Analisar a eficiência do protetor auricular na atividade de jateamento de concreto em uma indústria da construção civil na cidade de Manaus.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Identificar as principais fontes de ruídos na atividade de jateamento de concreto;
- Medir, através de um decibelímetro com filtro de bandas de oitava, o nível de pressão sonora e o espectro de bandas de oitava das fontes de ruído;
- Analisar os níveis de ruído conforme NHO-01 e NR-15 (Anexo n.º 1);
- Identificar os protetores auriculares mais eficientes para atividade.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

As diversas contribuições se dão no âmbito da segurança do trabalho e saúde ocupacional, podemos destacar os principais pontos que ajudarão a preservar a integridade física do nosso trabalhador da construção civil. Os níveis de ruídos causados pelos equipamentos na atividade de jateamento de concreto, bem como suas características será um ponto a ser discutido em qualquer trabalho que venha a ter essa relação com ruído, além de estabelecer os critérios comparativos entre a NHO-01 e NR-15 (Anexo n.º 1) para essa atividade, fazendo com que possamos escolher o melhor equipamento de proteção individual – EPI para nossos trabalhadores com base nos critérios técnicos de avaliação, nesse sentido podemos evitar problemas de doenças ocupacionais por perda auditiva induzida pelo ruído – PAIR, indicando o protetor mais eficiente para uso desta atividade.

1.3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre os conceitos de ruído e som, suas características, doses de ruído, mecanismos da audição e processamento do som, efeitos do ruído no homem, bem como mostra os tipos de protetores auriculares e suas atenuações de ruído. O capítulo aborda também uma revisão da literatura sobre os equipamentos de proteção individual e as normas regulamentadoras.

O capítulo 3 é apresentado sobre os métodos e equipamentos utilizados na composição deste trabalho, primeiramente descrevo o local da coleta, tipo da coleta e fontes de ruídos analisadas, depois descrevo os equipamentos utilizados para medição do ruído no local.

No capítulo 4 é apresentado os resultados das medições de cada equipamento que foi realizado a medição de nível de ruído, com suas respectivas discussões.

O capítulo 5 apresenta a conclusão do trabalho, mostrando o equipamento mais eficientes para cada equipamento coletado.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - SOM E RUÍDO

2.1.1 - Definição de som

O som é originado por uma vibração mecânica (cordas de um violão, membrana de um tamborim, dentre outros) que se propaga no ar e atinge o ouvido. Quando essa vibração estimula o aparelho auditivo, ela é chamada de vibração sonora. Assim, o som é definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas.

Segundo RUSSO e SANTOS (1993), som é uma modificação da pressão que ocorre em meios elásticos, propagando-se em forma de ondas ou oscilações mecânicas, longitudinais e tridimensionais. Resulta de um movimento vibratório de partículas materiais, muitos corpos podem servir como fonte sonora, porém devem ter uma característica vibrátil. Também, pode ser definido como a sensação produzida quando as vibrações longitudinais de moléculas no ambiente externo atingem a membrana timpânica.

2.1.2 - Definição de ruído

Segundo TUFFI (2011), o som é toda vibração que pode ser ouvida. Essa vibração é denominada sonora e, como mencionado anteriormente, deve possuir valores de frequência e pressão dentro da faixa audível.

Do ponto de vista físico, não há diferença entre som, ruído e barulho; no entanto, quanto à resposta subjetiva, ruído ou barulho pode ser definido como um som desagradável ou indesejável. Assim, por exemplo, numa boate, a música pode ser considerada som para uns e ruído para outros.

Para IIDA (2005), fisicamente, o ruído é uma mistura de vibrações, medidas em uma escala logarítmica, em uma unidade chamada decibel (dB). A percepção humana do som ocorre em faixa de frequência e amplitude de flutuação que caracterizam o limiar de audição. A frequência é a taxa de variação completa de pressão que gera o

som, determinada por ciclos de segundo e conhecida mundialmente por Hertz (Hz). Segundo GERGES (2000), o limiar da audição humana encontra-se entre 20 Hz a 20kHz. Acima do limiar da percepção dolorosa podem-se produzir danos ao aparelho auditivo. As frequências abaixo do limiar de audição são denominadas de infrassônicas; as frequências acima do limiar de audição são chamadas como ultrassônicas.

De acordo com a Norma ISO 2204/1973 (International Standard Organization), os ruídos podem ser classificados segundo a variação do seu nível de intensidade com o tempo em: Ruído contínuo (com variações de níveis desprezíveis); Ruído intermitente (cujo nível varia continuamente de um valor apreciável); Ruído de impacto e de impulso (apresenta-se em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo) (FELDMAN e GRIMES,1985).

Estimativas da OMS identificam que 16,0% das perdas auditivas identificadas como incapacitantes que foram adquiridas na idade adulta em todo o mundo têm relação com a exposição ocupacional ao ruído, estando estes presentes em diferentes ramos de atividades e de ocupação.

Além disso, a perda auditiva em decorrência do ruído ocupa o 2º lugar no ranking dos anos perdidos em decorrência da incapacidade relacionadas com fatores ocupacionais (NELSON *et al.*, 2005).

2.2 - ESPECTRO SONORO

A característica do som que permite distinguir sons graves e sons agudos chama-se altura. A altura depende da frequência mais agudo será o som e vice-versa.

O espectro sonoro é uma abordagem pouco explorada em termos gerais da preocupação com a seleção de protetores auditivos, a característica que permite distinguir sons graves e sons agudos é chamada de altura, a qual é função da frequência. Frequências altas geram sons agudos, e frequências baixas geram som graves. Para BISTAFA (2011), podem ser considerados graves os sons de frequência inferior a 200 Hz; médios os sons entre 200 e 2000 Hz; e agudos os acima de 2000 Hz.

Geralmente as fontes de ruído geram sons que não são considerados puros. Segundo BISTAFA (2011), sons numa única frequência são conhecidos como tons puros, porém os sons comumente ouvidos quase nunca são tons puros. Para MEDEIROS (2011), o que se escuta são geralmente sons combinados de tons puros em diversas frequências.

A identificação da frequência de cada tom que compõe o som aplica-se a transformada direta de Fourier para extrair os espectros sonoros. O espectro sonoro fornece o valor eficaz da pressão sonora para cada frequência presente no som. O tom puro é um som em uma única frequência. Segundo MATEUS (2008), o ouvido humano não responde de forma linear às variações de frequência, a diferença entre um som de 250 Hz e um de 125 Hz é próxima da diferença entre um som de 2000 Hz e um de 1000 Hz. É com essa característica auditiva que surge a representação de frequência, em forma de oitavas. Nas bandas por oitava, o limite superior de cada banda de frequência é aproximadamente o dobro da frequência do respectivo limite inferior, é geralmente associada à banda de oitava à sua frequência central, dada pela raiz quadrada do produto final. Para BISTAFA (2011), o nível de pressão total de um espectro de frequências de ruído pode ser obtido por um decibelímetro com filtro de bandas de 1/1 oitava, a Eq. (2.1) representa a fórmula de soma logarítmica.

$$NPS_t = 10 \cdot \log_{10} \left[10^{NPS_{125Hz}/10} + 10^{NPS_{250Hz}/10} + 10^{NPS_{500Hz}/10} + 10^{NPS_{1kHz}/10} + 10^{NPS_{2kHz}/10} + 10^{NPS_{4kHz}/10} + 10^{NPS_{8kHz}/10} + 10^{NPS_{15kHz}/10} \right] \quad (2.1)$$

O resultado é extraído diretamente do decibelímetro para um programa computacional através do cabo USB, esses resultados são utilizados nas diversas análises.

2.3 - NÍVEL TOTAL DE PRESSÃO SONORA

Corresponde a uma medida global simples, desconsiderando as bandas de frequências, o equipamento que auxilia a obtenção desta medida é o decibelímetro simples. Existem duas variáveis que determinam o potencial de dano à audição humana. A relação de diferentes NPS com variados tempos de exposição é dada pelo Nível Equivalente de Ruído – Leq. O Nível Equivalente representa a integração do som durante um intervalo de tempo, é definido pela Eq. (2.2).

$$Leq = 10 \cdot \log_{(1/10)} \int_0^t \left[\frac{P^2(t)}{P_0^2} \right] dt \quad (2.2)$$

Onde:

T é o tempo de integração;

P(t) é a pressão acústica instantânea;

P₀ é a pressão acústica de referência (2x10⁻⁵ N/m²);

Leq representa o nível contínuo (estacionário) equivalente em dB(A), que tem o mesmo potencial de lesão auditiva que o nível variado considerado.

2.4 - DOSE DE RUÍDO

O anexo nº1 da Norma Regulamentador NR-15 Atividades e operações insalubres da Portaria 3214/78, mostra a tabela de limites de tolerância para ruídos contínuo ou intermitente. A dose de ruído representa o percentual de ruído ao qual o trabalhador foi exposto durante o período de sua jornada de trabalho. A dose é obtida através do dosímetro, um equipamento composto por um microfone a ser instalado próximo a zona auditiva do trabalhador, e que realizam a integração dos níveis de ruído na jornada, oferecendo a dose de ruído, que não deve ultrapassar 100%. De acordo com a alínea b do item 9.3.6.2 da NR9, que trata sobre o Programa de Prevenção a Riscos Ambientais – PPRA, para dose acima de 50% equivalente a 80dB(A) para 8h, devem ser iniciadas a ações de prevenção para minimizar a probabilidade de que a exposição ultrapasse os limites de exposições. Caso não se disponha de dosímetro, o cálculo da dose pode ser realizado através das leituras instantâneas de um decibelímetro comum aplicando a seguinte Eq. (2.3):

$$D = \left(\frac{C_1}{T_1}\right) + \left(\frac{C_2}{T_2}\right) + \left(\frac{C_3}{T_3}\right) + \dots + \left(\frac{C_n}{T_n}\right) \quad (2.3)$$

Onde:

C_n é o tempo real de exposição a um específico NPS;

T_n é o tempo total permitido para aquele NPS.

2.5 – MECANISMO DA AUDIÇÃO E PROCESSAMENTO DO SOM

Conforme BISTAFA (2011), a sensibilidade do sistema auditivo humano é evidenciada da seguinte forma: um som tão fraco que faz o tímpano vibrar menos que o

diâmetro de uma molécula de hidrogênio pode ser ouvido; e um som dez quatrilhões de vezes mais forte não danifica o mecanismo de audição.

Para que o som seja percebido pelo sistema auditivo uma série de eventos, sintetizada a seguir, é desencadeada a partir da geração do som:

- Geração do som;
- Propagação do som;
- Vibração da membrana timpânica;
- Vibração dos ossículos da orelha média;
- Transmissão das ondas de pressão para o líquido no interior da cóclea;
- Codificação do som pela cóclea;
- Transmissão do som codificado ao cérebro via nervo auditivo.

Para se entender o sistema de audição, é preciso entender o funcionamento de três subdivisões do ouvido: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. Ao invés de ouvido, BISTAFA (2011) prefere denominar de orelha externa, orelha média e orelha interna.

2.5.1 - Ouvido externo

Para MEDEIROS (2011), o ouvido externo é composto pela aurícula e pelo conduto auditivo externo. O conduto externo exerce função acústica, transmitindo o som para o tímpano, e funções não-acústicas através da aurícula, relacionadas à proteção do tímpano e a manutenção de uma trajetória sem obstruções.

2.5.2 - Ouvido médio

O ouvido médio é composto pelo tímpano e três ossículos: martelo, estribo e bigona. O ouvido médio está contido na cavidade timpânica, que em média possui um volume de 2cm. A cavidade timpânica comunica-se com as fossas nasais através de um duto de 35 a 38mm de comprimento conhecido como tubo de Eustáquio. O tubo de Eustáquio transmite a pressão ambiente para a cavidade timpânica, de modo que haja equilíbrio estático no tímpano na ausência do som (MEDEIROS, 2011).

O tímpano separa o ouvido externo do ouvido médio, transmitindo a vibração do som que nele incide. O tímpano tem como contorno aproximadamente circular de forma côncava e aspecto transparente. Sua área situa-se entre 50-60mm².

O ouvido médio transfere o movimento vibratório do tímpano para a janela oval, através dos ossículos. A janela oval é o local de conexão o estribo com a cóclea. Desta forma, o ouvido médio remedia a diferença de impedâncias entre os meios ar e cóclea por onde o som se propaga. Conforme BISTAFA (2011), o braço de alavanca formado pelo martelo, mais longo que a bigona, transforma o movimento de maior amplitude e menor força, junto ao tímpano, em movimento de menor amplitude e maior força na janela oval, com conservação de energia. Este processo produz uma pequena amplificação de 1,3:1. A maior amplificação ocorre em função da razão entre a área do tímpano ($A_1=50\text{mm}^2$) e a área da janela oval ($A_2=3\text{mm}^2$), em torno de 17. Desta forma, a pressão sonora p_1 , agindo na área maior do tímpano, gera uma força $F_1=p_1.A_1$, que se transmite através dos ossículos. Como a área da janela oval é 17 vezes menor do que a área do tímpano a pressão p_2 na janela oval será, $p_2=F_2/A_2$, com $F_2=1,3F_1$ (amplificação da ponte de ossículos), ou seja p_2 será dada por $p_2=1,3F_1/A_2=1,3 p_1(A_1/A_2)=1,3p_1(17)=22p_1$. O resultado final é uma pressão p_2 transmitida à cóclea amplificada por um fator 22 em relação à pressão no tímpano, ou seja, um ganho de $20 \times \log(22)=27\text{dB}$ no nível de pressão.

2.5.3 - Ouvido interno

O ouvido interno é composto pelo labirinto ósseo, localizado no osso temporal, e o labirinto membranáceo, composto por vesículas comunicantes e dutos alojados no labirinto ósseo. O labirinto membranáceo é composto por seis dutos, sendo três semicirculares, o utrículo e o sáculo que são responsáveis pelo equilíbrio, e a cóclea, especializada na detecção codificada do som. Os nervos vestibular e auditivo (coclear) são responsáveis pela transmissão ao cérebro dos sinais elétricos gerados no labirinto membranáceo. Ambos compõem o denominado nervo vestibulo-coclear (MEDEIROS, 2011).

O movimento vibratório do tímpano transmite a vibração para a cóclea, através do estribo na janela oval, provocando ondas de pressão hidráulica na perilinfa, propagando-se também pela escada vestibular e escada timpânica, as quais se comunicam na helicotrema. A membrana basilar, localizada na cóclea, é a responsável

pela identificação da frequência do som. Possui uma estrutura composta por uma extremidade apical larga e pouco rígida, e uma extremidade basal estreita e rígida. Considerando o fato que a rigidez é o fator determinante da frequência de ressonância de uma estrutura, as altas frequências excitarão a extremidade basal; as baixas frequências excitarão a extremidade apical e as frequências intermediárias excitarão a região central da membrana basilar.

Com a estrutura semelhante à membrana basilar, sendo interna ao duto coclear, o órgão de corte é basicamente um transdutor eletromecânico, transformando o movimento vibratório da membrana basilar em sinais elétricos. O órgão de corte é composto por células especializadas, tais como células ciliadas internas (CCI), as células ciliadas externas (CCE) e as células de suporte, como as células de Deiters (1834-1863).

Segundo MEDEIROS (2011), existem em torno de cinquenta estereocílios no topo de cada célula ciliada. Os estereocílios inclinam-se uns sobre os outros, conectando-se entre si através dos chamados ligamentos apical e transversal. As terminações nervosas fazem sinapse com a base das células ciliadas.

No momento que a membrana basilar é excitada pelo ruído ocorre um estiramento dos estereocílios das CCE. Esse estiramento abre canais de íons de potássio que penetram nas CCE, gerando uma corrente elétrica que despolariza, causando contração da CCE. O movimento dos estereocílios no sentido oposto fecha os canais de íon, causando hiperpolarização e conseqüentemente relaxamento das CCE.

Diferente das CCE, as CCI não possuem mobilidade. Sua despolarização e hiperpolarização resultam na liberação de neurotransmissores codificando o som na forma de impulsos elétricos, que são transmitidos ao cérebro através do nervo auditivo.

A perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional acomete justamente os estereocílios das células ciliadas externas, reduzindo a capacidade de transmissão sensoriaoneural do som.

2.6 - EFEITOS DO RUÍDO NO HOMEM

2.6.1 - Ruído e a perda de audição

A exposição prolongada a níveis altos de pressão sonora contínua danifica os estereocílios das células ciliadas da cóclea.

Inicialmente a exposição a níveis altos de ruído causa a perda de audição nas bandas de frequência de 4kHz e 6kHz. Esta perda temporária é recuperada após repouso auditivo. Entretanto, se a exposição ao ruído contínuo elevado continuar a superar os limites de tolerância estabelecidos, haverá a perda permanente e irreversível da audição, atingido outras faixas de frequência.

2.7 - PERDA AUDITIVA INDUZIDA PELO RUÍDO OCUPACIONAL

A preservação da saúde auditiva dos trabalhadores, cuja exposição excede os limites de tolerância, mesmo depois de planejadas e implementadas as proteções coletivas, depende, portanto, da correta identificação e quantificação do risco, da seleção do protetor auditivo e da sua utilização adequada por parte dos usuários.

Na seleção do protetor auditivo, aspectos como atenuação, conforto, facilidade no uso, entre outros, devem ser sempre analisados, pois refletem diretamente na aceitação dos usuários e na proteção oferecida por este equipamento de proteção individual.

A exposição a níveis elevados de ruído pode causar diversos efeitos indesejáveis à saúde dos indivíduos expostos. Todavia, a sua consequência mais grave é a Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional (PAIRO), uma das doenças relacionadas ao trabalho mais comuns em países industrializados, responsável por 19% dos anos vividos com incapacidade por todas as doenças e agravos decorrentes de fatores ocupacionais no mundo (CONCHA-BARRIENTOS *et al.*, 2004). A perda auditiva traz dificuldades na comunicação, que podem, por sua vez, gerar estresse, ansiedade, irritabilidade, diminuição da auto-estima, isolamento social, e perda de produtividade, e assim prejudicar o desempenho das atividades de vida diária, resultando em custos para o indivíduo, família, empresa e sociedade.

De acordo com MEIRA *et al.* (2013), a PAIRO é uma diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição ocupacional por tempo prolongado a níveis elevados de pressão sonora (>85 dB(A) por 8 horas/dia). Para MAIA (2001), a perda auditiva induzida pelo ruído de origem ocupacional, conhecida na literatura inglesa como *noise-induced permanent threshold shift* (NIPTS), pode ser definida como uma perda neurosensorial, bilateral, cumulativa que se manifesta com o passar dos anos. É resultante da exposição crônica ao ruído de níveis de pressão sonora compreendidos entre 80 a 120 dB(A) nos ambientes de trabalho. É possível prevenir a PAIRO. Para

isso, programas preventivos devem incluir ações para a eliminação do ruído, ações eficazes são mostradas por (TAK *et al.*, 2009). Na sua impossibilidade, as exposições podem ser controladas inicialmente a partir de medidas coletivas e/ou individuais que ajudam a reduzir os níveis de ruído que atingem o trabalhador (EL-DIB, 2007; MEIRA, 2012; NELSON *et al.*, 2005; CONCHA-BARRIENTOS *et al.*, 2004). As medidas de proteção deveriam ter, prioritariamente, caráter coletivo, a partir do controle da emissão na fonte principal de exposição, da propagação do agente no ambiente de trabalho e de ações no nível administrativo. No entanto, a medida mais comum tem sido a de caráter individual, que se refere ao uso do equipamento de proteção auditiva (KIM *et al.*, 2010; EL-DIB, 2007).

Em um estudo realizado com uma população representativa dos trabalhadores de Salvador, Bahia, a prevalência da perda auditiva foi estimada em 14,5% entre os homens e 8,1% entre as mulheres (FERRITE, 2009).

A PAIRO pode ser prevenida utilizando-se medidas coletivas e/ou individuais que ajudam a reduzir os níveis de ruído que atingem o trabalhador (EL-DIB *et al.*, 2007; NELSON *et al.*, 2005; CONCHA-BARRIENTOS *et al.*, 2004). As medidas de proteção contra níveis elevados de ruído no trabalho devem ter, prioritariamente, caráter coletivo, a partir do controle da emissão na fonte principal de exposição, da propagação do agente no ambiente de trabalho e de ações no nível administrativo e de organização do trabalho (EL-DIB *et al.*, 2007; NELSON *et al.*, 2005). Entretanto, essas medidas são, usualmente, consideradas de alto custo e com tecnologia de difícil implantação; enquanto o equipamento de proteção auditiva (EPA) tem sido a opção mais comum pela viabilidade, menor custo, relativa efetividade, e fácil acesso.

A adoção de medidas de controle da exposição a níveis elevados de ruído devem ser iniciadas quando a exposição atingir o nível de ação, ou seja, 80 dB(A), de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites estabelecidos (BRASIL, 1994). Para a viabilização da adoção dessas medidas é necessário o envolvimento de profissionais de diversas áreas, incluindo os audiologistas, médicos, engenheiros, equipe de recursos humanos da empresa e, principalmente, os próprios trabalhadores (BRASIL, 1998b; NIOSH, 1998)

2.8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

O Equipamento de Proteção Individual (EPI) é definido pela Norma Regulamentadora nº 6, aprovada pela Portaria no 3.214/78, do Ministério do Trabalho, como: “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”.

Todo EPI deve possuir um Certificado de Aprovação (CA) expedido pelo Ministério do Trabalho. Este certificado identifica que o equipamento passou por um processo de registro junto ao órgão controlador. Nesse processo, o fabricante ou importador fornece ao órgão registrante, dentre outros documentos, um memorial descritivo do EPI, incluindo, no mínimo, as suas características técnicas principais, os materiais empregados na sua fabricação e o uso a que se destina.

Para Montenegro, SANTANA (2012) o trabalhador será mais receptível ao EPI quanto mais confortável e de seu agrado. Para isso, os equipamentos devem ser práticos, proteger bem, ser de fácil manutenção, ser fortes e duradouros.

Os equipamentos utilizados podem ser separados por partes do corpo. Proteção para a cabeça são os capacetes de proteção tipo aba frontal, aba total ou aba frontal com viseira. Para a proteção dos olhos usa-se óculos de segurança incolor ou tonalidade escura. Já a proteção auditiva requer o protetor auditivo tipo concha ou tipo inserção (plug). Na proteção respiratória temos o respirador purificador de ar descartável e com filtro. A proteção dos membros superiores é feita por luvas de proteção em raspa, vaqueta ou em borracha. Os membros inferiores são protegidos por calçados de proteção tipo botina de couro ou bota de borracha (cano longo). Para a proteção contra queda com diferença de nível há cinto de segurança tipo paraquedista, talabarte de segurança tipo regulável, tipo Y com absorvedor de energia e dispositivo trava quedas. As vestimentas de segurança são os blusões e calça em tecido impermeável.



Figura 2.1 - Equipamentos de proteção individual.
Fonte: REVISTA PROTEÇÃO (2019).

A técnica prevencionista recomenda ir além do simples cumprimento da legislação de saúde e segurança do trabalho, visando primeiro à antecipação de possíveis riscos, ainda na fase de projeto, identificando e eliminando as fontes potenciais de danos à saúde. Entretanto, por motivos técnicos e/ou econômicos torna-se inviável a eliminação do risco. Nesta condição, a Norma Regulamentadora nº. 06, da Portaria nº. 3.214/78, determina aos empregadores o dever de fornecer gratuitamente EPI adequado ao risco. Conforme se percebe a seguir, EPI é todo dispositivo de uso individual, cujo uso destina-se à prevenção de lesões, tais como protetores auditivos, capacetes, luvas, óculos, etc, e isso fica evidenciado pelos itens 6.1 a 6.3 da referida norma.

O subitem 6.6 da mesma NR 6 estabelece as obrigações do empregador, enquanto que o subitem 6.7, as do empregado, como segue.

Como se lê no item 6.5 da NR 6 compete ao profissional legalmente habilitado, entre os quais o engenheiro de segurança do trabalho, a orientação quanto à seleção do equipamento adequado.

A Norma Regulamentadora NR-15 sobre agentes insalubres, por sua vez, determina, no seu anexo I, os limites de exposição ao ruído para fins enquadramento das atividades laborais em relação ao adicional pecuniário de insalubridade. Porém, para fins de prevenção, recomenda-se a aplicação da Norma de Higiene Ocupacional – NHO 01 da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO, que como já referido anteriormente é mais restritiva. A seguir as Tabelas 1 e 2 apresentam os limites de exposição sem o uso de protetor auricular da NR 15 e NHO 01, respectivamente:

Tabela 2.1 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

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

Fonte: NR 15 (2011).

Tabela 2.2 – Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído.

Nível de ruído dB(A)	Tempo máximo diário permissível (Tn) (minutos)
80	1.523,90
81	1.209,52
82	960,00
83	761,95
84	604,76
85	480,00
86	380,97
87	302,38
88	240,00
89	190,48
90	151,19
91	120,00
92	95,24
93	75,59
94	60,00
95	47,62
96	37,79
97	30,00
98	23,81
99	18,89
100	15,00
101	11,90
102	9,44
103	7,50
104	5,95
105	4,72
106	3,75
107	2,97
108	2,36
109	1,87
110	1,48
111	1,18
112	0,93
113	0,74
114	0,59
115	0,46

Fonte: FUNDACENTRO (2001).

2.9 - NÍVEIS DE REDUÇÃO DO RUÍDO

Obtidos para o EPA são fornecidos pelos fabricantes de acordo com a regulamentação dos órgãos de normalização. Todavia, o valor real de atenuação do ruído resultante do uso do EPA depende da interação de três elementos: usuário, tipos de protetor e ambiente de trabalho (CIOTE *et al.*, 2005). Atualmente, o NRR é obtido por meio de estudos laboratoriais baseados na norma ANSI (*American National Standards Institute*) S12.6-1997 (SAMELLI *et al.*, 2005). Esta norma trouxe avanços em relação às anteriores, no entanto, ainda se distancia da realidade, uma vez que a média dos valores obtidos com um grupo de indivíduos em laboratório nem sempre corresponde ao desempenho do usuário em ambiente profissional. A condição ideal seria a avaliação individual a partir da colocação do EPI pelos usuários no seu ambiente de trabalho (SAMELLI e FIORINI, 2011).

O uso do EPA pelos trabalhadores é obrigatório quando exercem atividades em ambientes com nível de ruído superior ao estabelecido pela legislação própria de cada país. No Brasil, assim como nos Estados Unidos, o limite de tolerância é de 85 dB(A) por 8 horas diárias (BRASIL, 2011; NIOSH, 1998). No entanto, apenas a normatização não garante o uso regular da proteção auditiva. Pesquisas de base populacional realizadas nesses países verificaram que a prevalência de uso do EPA entre trabalhadores expostos ao ruído varia entre 41,2% e 65,7%.

Atualmente, existem também os EPA ativos, que eliminam o ruído indesejado, com maior poder de atenuação dos ruídos de baixa frequência em comparação com os convencionais, e por meio de recurso específico deixam passar a banda de frequência relativa à voz humana, viabilizando a comunicação mesmo durante seu uso. Apesar dessas vantagens, tem um custo muito elevado, são maiores e mais pesados gerando maior desconforto do que os EPA convencionais, e por conter partes eletrônicas são mais sensíveis, deteriorando com mais facilidade (FRANCISCO, 2001).

Os níveis de redução do ruído (NRR) obtidos para o EPA são fornecidos pelos fabricantes de acordo com a regulamentação dos órgãos de normalização. Todavia, o valor real de atenuação do ruído resultante do uso do EPA depende da interação de três elementos: usuário, tipo de protetor e ambiente de trabalho (CIOTE *et al.*, 2005).

2.10 - FATORES DE ANÁLISE DE DADOS

Pra realizar a interpretação e avaliação dos resultados, será utilizado a Norma de Higiene Ocupacional - NHO 01 apresenta limites de tolerância mais conservadores, que garantem maior nível de proteção, pois ela se encontra alinhada aos princípios técnicos da ACGIH.

Os fatores utilizados neste estudo são: Lavg, leq, twa e nen. A NHO 01 define as abreviaturas e principais relações destes itens.

LEQ - significa Nível Equivalente (Equivalent Level), é definido pela expressão Eq. (2.4):

$$LEQ = 80 + 10 \cdot \log\left(\frac{0,16 \cdot Dose}{Thoras}\right) \quad (2.4)$$

Representa o nível médio de ruído durante um determinado período de tempo, utilizando-se o incremento de duplicação de dose “3”. A regra do princípio da equivalência para avaliação de ruído considera que toda vez que a energia acústica em um determinado ambiente dobra, há um aumento de três decibéis no nível de ruído.

O nível de pressão de áudio contínuo equivalente é muito utilizado em todo o mundo como um índice para o ruído. Ele é definido como "O nível ponderado de pressão do áudio de um ruído fluuando dentro de um período de tempo, expressado como a quantidade média de energia." O resultado é expressado em **db(A)**, o que representa uma aproximação razoável da percepção humana de sonoridade.

LAVG - O termo significa Nível Médio (Average Level), é definido pela expressão Eq. (2.5):

$$LAVG = 80 + 16,61 \cdot \log\left(\frac{0,16 \cdot Dose}{Thoras}\right) \quad (2.5)$$

Representa a média do nível de ruído durante um determinado período de tempo, utilizando - se qualquer incremento de duplicação de dose, com exceção do “3”. O anexo 1 da NR – 15 não especifica qual o incremento de duplicação de dose utilizado para o cálculo dos limites de tolerância estabelecidos, porém, após a análise da tabela, verifica-se que toda vez que há um aumento de 5 decibéis em determinado nível, o tempo de exposição cai pela metade, concluindo-se assim, que os limites da legislação brasileira foram definidos utilizando-se o incremento de duplicação de dose “5”.

TWA - Time Weighted Average (Média Ponderada no Tempo), e representa a média ponderada do nível de pressão sonora para uma jornada de 08 horas. É importante salientar que o TWA só pode ser utilizado se o tempo de medição for exatamente 08 horas, e sempre utilizando o incremento de duplicação de dose “5”. Caso o tempo de medição seja superior ou inferior a 08 horas, haverá um resultado superestimado ou subestimado, respectivamente. Quando encontramos a sigla TWA (08h), significa que a fórmula original do TWA foi alterada e passou a ser idêntica à do LAVG, devendo os resultados ser ambos idênticos.

NEN - O termo significa Nível de Exposição Normalizado e representa o Nível Médio (LAVG, TWA, LEQ) convertido para uma jornada padrão de 08 horas, para fins de comparação com o limite de tolerância de 85 dBA. O cálculo do NEN é solicitado pelo INSS em suas Instruções Normativas apenas para fins de lançamento no PPP. Caso o nível médio de exposição ao ruído seja referente a uma jornada de oito horas, o valor resultante, após a aplicação da fórmula do NEN, será idêntico ao valor do nível médio, não havendo alteração. Caso a jornada de trabalho seja diferente de oito horas (seis, doze, vinte e quatro horas e etc....), o NEN deve ser calculado e o resultado comparado com o limite de tolerância de 85 dBA. Um lembrete importante é que o cálculo do NEN na NHO-01 da Fundacentro está apresentado para o incremento de duplicação de dose “3”. Para se utilizar a fórmula da NHO-01 é necessário corrigi-la para o Incremento de duplicação de dose “5”.

2.11 - PROTETORES AUDITIVOS

O ouvido é uma região muito sensível do corpo humano, portanto deve ser protegido quando exposto há algum agente que possa lhe causar danos, parciais ou irreversíveis.

Para essa região do corpo o dispositivo correto para a devida proteção e prevenção, são os protetores auriculares. Há alguns tipos de protetores auriculares, cada um de acordo com o nível de ruído ao qual o indivíduo está exposto.

Diversos tipos, marcas e modelos de protetores auditivos estão disponíveis no mercado. De acordo com GERGES 2000, a seleção de um determinado tipo de protetor auditivo deve considerar o tipo de ambiente ruidoso, o conforto, a aceitação do usuário, o custo, a durabilidade, possíveis problemas de comunicação, a segurança e higiene.

É considerado como última opção nas tomadas de ação quanto a redução de ruídos ocupacionais à níveis aceitáveis de acordo com a norma regulamentadora N° 6 (NR-6), Equipamento de Proteção Individual (EPI) é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção contra riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. A NR-6 apresenta ainda uma lista de equipamentos de proteção individual; entre eles está o EPI para proteção auditiva (equipamento de proteção auditiva – EPA) que pode ser de três tipos: protetor auditivo circum-auricular; protetor auditivo de inserção; protetor auditivo semi-auricular (BRASIL, 2010).

2.11.1 - Protetor auditivo circum-auricular



Figura 2.2 - Protetor auditivo circum-auricular.
Fonte: TUFFI (2011).

Também conhecidos como Concha, são formados por um arco plástico ligado a duas conchas plásticas revestidas internamente por espuma, que ficam sobre as orelhas. Possuem as almofadas externas para ajuste confortável da concha à cabeça do usuário, ao redor da orelha. Uma das vantagens do protetor tipo concha, comparado ao de inserção, é a maior adaptação a qualquer tamanho de ouvido, além de serem mais práticos e higiênicos. São indicados para trabalhos onde as condições de higiene não são as melhores.

O mercado disponibiliza ainda protetores auditivos tipo concha de performance ativa, que geram campo sonoro dentro da concha idêntico ao ruído do ambiente, porém em fase invertido. O campo sonoro emitido anula de certa forma os efeitos do ruído

ambiental. O equipamento é composto por um mini microfone que capta o campo sonoro invertido no interior da concha do protetor auricular.



Figura 2.3 - Protetor auditivo circum-auricular acoplado ao capacete.
Fonte: TUFFI (2011).

Existe também os protetores auditivos circum-auricular acoplado ao capacete, com design que oferece baixa pressão e excelente nível de conforto. Deve ter como opções três níveis de posições para facilitar o uso: Trabalho, Descanso e Estacionária. O acoplamento deve ser perfeito e fácil, não havendo dificuldade para o encaixe ao capacete.

2.11.2 - Protetor auditivo de inserção



Figura 2.4 - Protetor auditivo de inserção.
Fonte: TUFFI (2011).

Os protetores auditivos de inserção (pré-moldados), são aqueles cujo formato é definido, podem ser de borracha, silicone e PVC. As vantagens destes protetores pré-moldados são: diversos modelos, compatibilidade com outros equipamentos de proteção individual (óculos, capacetes, máscaras, etc), reutilizáveis ou descartáveis, pequenos, facilidade para guardar e manusear, confortáveis em ambientes com a temperatura elevada, não restringem movimentos do trabalhador em áreas pequenas.

2.11.3 - Protetor auditivo semi-auricular



Figura 2.5 - Protetor auditivo semi-auricular.
Fonte: TUFFI (2011).

Também conhecidos como protetores tipo capa, apresentam plugues de espumas de espumas que acomodam-se na entrada do canal auditivo, sem, contudo penetrá-lo. São plugues baratos e descartáveis.

O uso correto dos protetores auriculares promove a preservação da saúde, a curto, médio e longo prazo, evitando as doenças ocupacionais, porém faz-se indispensável a realização de exames médicos periódicos para mensurar a saúde da audição.

Diversos tipos, marcas e modelos de protetores auditivos estão disponíveis no mercado. De acordo com GERGES (2000), a seleção de um determinado tipo de protetor auditivo deve considerar o tipo de ambiente ruidoso, o conforto, a aceitação do usuário, o custo, a durabilidade, possíveis problemas de comunicação, a segurança e a higiene.

A seleção de Protetores Auditivos deve levar em consideração os seguintes requisitos: o ambiente e atividade de trabalho, a atenuação necessária de ruído, o Certificado de Aprovação – CA do Ministério do Trabalho e Emprego, o conforto de

protetor para o usuário, os distúrbios médicos, e a compatibilidade com outros EPI's, tais como capacetes, óculos, etc.

Cada tipo de protetor auditivo possui uma atenuação característica de ruído. Esta atenuação, geralmente está associada a dados reduzidos tais como atenuação média e desvio padrão em dB por banda de 1/1 oitava e um número simples sobre atenuação global, tais como o *Noise Reduction Rating* - NRR, o *Noise Reduction Rating*sf – NRRsf ou o *Single Number Rating* – SNR fornecidos pelos fabricantes e importadores de equipamentos.

O NRR, o NRRsf e o *SNR* são baseados na exposição a um espectro de ruído *rosa*, num ambiente padrão, que não abrange todos os usuários. Conforme BISTAFA 2011, o ruído *rosa* caracteriza-se por apresentar a queda de 3dB a cada oitava. Um exemplo de ruído *rosa* é o ruído emitido por televisores fora de sintonia. Segundo GERGES 2000, esses valores reduzidos não devem ser utilizados para o cálculo com precisão da atenuação do protetor auricular em outros ambientes. O mesmo autor recomenda para a avaliação da eficiência dos protetores auditivos o uso do método longo.

2.11.4 - Protetores auditivos e a atenuação de ruído

Cada tipo de protetor auditivo possui uma atenuação característica de ruído. Esta atenuação, geralmente esta associada a dados reduzidos tais como atenuação média e desvio padrão em dB por banda de 1/1 oitava e um número simples sobre atenuação global, tais como *Noise Reduction Rating* – NRR, o *Noise Reduction Rating* sf – NRRsf ou o *Single Number Rating* – SNR fornecidos pelos fabricantes e importadores de equipamentos.

O NRR, o NRRsf e o *SNR* são baseados na exposição a um espectro de ruído *rosa*, num ambiente padrão, que não abrange todos os usuários. Conforme Bistafa (2011), o ruído *rosa* caracteriza-se por apresentar a queda de 3dB a cada oitava. Um exemplo de ruído *rosa* é o ruído emitido por televisores fora de sintonia. Segundo Gerges 2000, esses valores reduzidos não devem ser utilizados para o cálculo com precisão da atenuação do protetor auricular em outros ambientes. O mesmo autor recomenda para avaliação da eficiência dos protetores auditivos o uso do método longo.

2.12 - MÉTODO LONGO

O Método Longo confronta os níveis de atenuação média de pressão sonora em dB por bandas de frequências de 1/1 oitava, de 125Hz até 8kHz, fornecidos pelo fabricante do protetor auditivo com os espectros de bandas de frequência obtidos nos ambientes de trabalho, através de um decibelímetro com filtro de bandas de 1/1 oitava. Conforme GERGES (2000), este método fornece o nível total no ouvido protegido por determinado protetor auricular e a atenuação total fornecida por este equipamento em determinado ambiente de trabalho. Para obter o ruído total a que os trabalhadores estão expostos deve-se realizar a soma logarítmica dos NPS.

Para a obtenção da atenuação total de determinado protetor auricular, com 98% de confiança, deve-se considerar o ruído total subtraído pela soma logarítmica da atenuação média de NPS nas frequências de 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz, descontados de dois desvios padrão, obtidos no Certificado de Aprovação – CA do EPI.

2.13 - MEDIÇÕES ACÚSTICAS

O nível de pressão sonora é a grandeza acústica determinante da sensação subjetiva da intensidade dos sons. O componente básico de instrumentos para medidas acústicas é, portanto, um sensor de pressão sonora. Esse sensor, um transdutor eletroacústico, conhecido como microfone, transforma o sinal acústico em sinal elétrico equivalente. Este é codificado e expresso em termos de nível de pressão sonora. O instrumento que realiza essa tarefa é o medidor de nível sonoro, também conhecido como sonômetro ou decibelímetro. O decibelímetro comum realiza leituras instantâneas totais. Para que se conheçam os níveis de pressão sonora por bandas de frequência, é necessário que se adapte ou utilize um decibelímetro com filtro de bandas. As medições devem ser realizadas com o microfone posicionado na altura da zona auditiva, devendo abranger toda a jornada diária ou ao menos o conjunto de situações acústicas ao qual é submetido o trabalhador.

Atualmente, para caracterização da exposição ocupacional ao ruído, recomenda-se a utilização de dosímetros, que são medidores integradores de uso pessoal que fornecem a dose da exposição ocupacional ao ruído.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - DESCRIÇÃO DO LOCAL

A coleta de dados foi realizada no canteiro de obras da empresa Construtora ETAM Ltda, a obra é a construção da passagem de nível da Avenida Governador José Lindoso (Av. das Torres) com Avenida Timbiras, no bairro da Cidade Nova I, Manaus-Am.

A coleta de dados foi feita no período entre 15 à 18 de maio de 2017, a coleta foi realizada durante o expediente de trabalho correspondido entre 8:00hs e 17:00hs.

3.2 - COLETA DE DADOS

A coleta dos dados foi realizada através de aplicação direta no canteiro de obra pelo próprio autor com auxílio de um decibelímetro com filtro de banda de oitava, e dosimetria com equipamento dosímetro, todos os equipamentos de propriedade da empresa JFR Engenharia de segurança do trabalho.

3.3 - FONTES DE RUÍDO

As fontes de ruído selecionadas foram as que mais geravam ruídos na obra, a atividade de foi a finalização de um muro de contenção o qual recebeu jateamento de concreto projetado, para tal atividade foi utilizado um martetele rompedor Wacker Neuson EH9, um compressor XAS 420 Atlas Copco, uma bomba para concreto projetado CP6 e um caminhão betoneira e o bico de projeção de concreto, esses itens serão ilustrados a seguir.

Para entendimento da operação analisada, a figura 3.1 mostra o sistema completo do conjunto de projeção do concreto na obra estudada, a aplicação como explicado anteriormente foi realizado em um muro de contenção na lateral da obra.



Figura 3.1 - Sistema de projeção de concreto.

Neste sistema a bomba para concreto projetado é alimentada de concreto pelo caminhão betoneira e alimentada de ar pelo compressor, a bomba projeta o concreto que passa pela mangueira e sai pelo bico de projeção de concreto.

O compressor de ar, cuja característica básica é de converter movimentos mecânicos gerados por energia elétrica, ou eventualmente, alguma outra forma de energia como motores a diesel e gasolina em ar comprimido.

O concreto projetado consiste num processo contínuo de projeção de concreto ou argamassa sob pressão (ar comprimido) que, por meio de um mangote, é conduzido de um equipamento de mistura até um bico projetor, e lançado com grande velocidade sobre a base.

No estudo a bomba utilizada é de via seca. No bico projetor existe uma entrada de água que é controlada pelo operador. O concreto seco é conduzido sob pressão até o bico onde recebe então a água e os aditivos.

O caminhão betoneira é responsável por receber o concreto usinado da central dosadora e transportar até o local de aplicação nas obras. Entretanto, a função do caminhão betoneira não é única e exclusiva de transportar o concreto, além disso, os caminhões betoneira, também são os responsáveis por misturar os materiais (água, pedra, areia, cimento, areia e aditivos) para transformá-los no concreto usinado. No conjunto do sistema do estudo o caminhão betoneira alimenta a bomba de projeção do concreto.

A norma que especifica o concreto projetado é Norma DNIT 087/2006 – ES, que trata da Execução e acabamento do concreto projetado – Especificação de serviço.

3.4 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Os resultados dos dados coletados através do equipamento descritos no item 3.4.1, foram baixados para um computador portátil utilizado para realizar os experimentos tem as seguintes configurações: processador Intel i7 Core™ i7-3632QM, 2.20 GHz, 4 Gb de RAM e 1 Tb de HD. O sistema operacional foi o Windows 10 de 64 bits em Língua Portuguesa, através do Software SmartdBA análise da Chrompack.

3.4.1 - Dosímetro



Figura 3.2 - Dosímetro.
Fonte: CHROMPACK (2018).

Medidor integrador de uso pessoal que fornece a dose da exposição ocupacional ao ruído.

O dosímetro é um aparelho que fica conectado ao corpo do trabalhador, a fim de se estimar a exposição sonora em um determinado período de tempo tendo como função medir a exposição de um indivíduo à radiação, ruído, vibração e produtos químicos específicos durante um período de tempo. Ele tem dois usos principais: para proteção contra danos à saúde humana e para a medição da dose em processos industriais.

3.4.2 - Martelete



Figura 3.3 – Martelete demolidor.
Fonte: BOSCH (2018).

É uma ferramenta que serve para perfurar e romper concreto e cerâmica em obras de construção ou manutenção de qualquer porte. É utilizado para demolir colunas de concreto, pisos e vigas, abrir canaletas para passagem de tubulação, perfurar concreto asfáltico. Se bem utilizado, propicia segurança, rapidez e praticidade. Existem dois tipos de martelete pneumático construção civil: o pneumático e o elétrico. O primeiro é acionado por ar comprimido e o segundo por motor elétrico. Ao escolher o modelo é importante considerar a energia de impacto necessária e o tempo de duração de cada trabalho.

Tabela 3.1 – Configuração do medidor de ruído para o processo martelete.

Configuração Dosímetro 01		Configuração Dosímetro 02	
Nível de Critério:	85 dB	Nível de Critério:	85 dB
Nível Limiar:	80 dB	Nível Limiar:	80 dB
Taxa de dobra:	3 dB	Taxa de dobra:	5 dB
Ponderação em Frequência:	A	Ponderação em Frequência:	A
Ponderação Temporal:	Slow	Ponderação Temporal:	Slow

Na Tabela 3.1 são mostradas as configurações dos dosímetros de acordo com a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) e Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01). Para dosímetro 01 (NR-15) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 3dB com ponderação de frequência A e ponderação

temporal Slow. Para dosímetro 02 (NHO-01) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 5dB com ponderação de frequência A e ponderação temporal Slow, padrão este definido para realização da avaliação de ruído.

3.4.4 - Compressor



Figura 3.4 – Equipamento compressor.
Fonte: AMAZONCOMPRESSORES (2018).

Conforme a Figura 3.4 o compressor é um equipamento industrial concebido para aumentar a pressão de um fluido em estado gasoso (ar, vapor de água, hidrogênio, etc.). Normalmente a compressão de um gás também provoca o aumento de sua temperatura.

Servem para gerar e armazenar ar comprimido a partir de movimentos mecânicos produzidos por energia elétrica ou motores à gasolina ou diesel. Reservatório: É o cilindro onde o ar comprimido fica armazenado. Sua capacidade varia de acordo com o tipo do compressor, por exemplo: 20 litros, 40 litros.

O compressor de ar é um equipamento muito importante para segmentos como indústria, infraestrutura e construção civil. É uma máquina destinada a produzir ar comprimido, oferecendo uma fonte rentável e contínua de ar, que auxiliam no funcionamento de ferramentas, equipamentos pneumáticos e linhas de produção industriais.

Tabela 3.2 - Configuração do medidor de ruído para o processo compressor.

Configuração Dosímetro 01		Configuração Dosímetro 02	
Nível de Critério:	85 dB	Nível de Critério:	85 dB
Nível Limiar:	80 dB	Nível Limiar:	80 dB
Taxa de dobra:	3 dB	Taxa de dobra:	5 Db
Ponderação em Frequência:	A	Ponderação em Frequência:	A
Ponderação Temporal:	Slow	Ponderação Temporal:	Slow

Na Tabela 3.2 são mostradas as configurações dos dosímetros de acordo com a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) e Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01). Para dosímetro 01 (NR-15) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 3dB com ponderação de frequência A e ponderação temporal Slow. Para dosímetro 02 (NHO-01) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 5dB com ponderação de frequência A e ponderação temporal Slow, padrão este definido para realização da avaliação de ruído.

3.4.4 - Caminhão betoneira



Figura 3.5 – Caminhão betoneira.
Fonte: DEPOSITPHOTOS (2018).

O caminhão betoneira é responsável por receber o concreto usinado da central dosadora e transportar até o local de aplicação nas obras. Entretanto, a função do caminhão betoneira não é única e exclusiva de transportar o concreto, além disso, os caminhões betoneira, também são os responsáveis por misturar os materiais (água, pedra, areia, cimento, areia e aditivos) para transforma-los no concreto usinado. Logo, é responsabilidade do caminhão realizar essa mistura e transportar o material até o local

de aplicação, dentro do prazo de 3 horas para garantir qualidade e resistência do mesmo, afinal, o concreto é perecível.

O caminhão betoneira possui um balão acoplado e neste há chapas helicoidais internas para auxiliar a realização da mistura e do despejo do concreto. Para obter-se o concreto usinado e alcançar a homogeneidade ideal, as chapas giram no sentido horário e levam todos os componentes até o fundo do balão.

Uma vez que o caminhão chega à obra, o giro do balão da betoneira é invertido e este passa a girar no sentido anti-horário, possibilitando assim, o descarregamento do concreto. Se a aplicação do concreto não for possível de forma direta, a forma mais segura e indicada é a contratação de uma bomba de concreto para aplicar o concreto em diferentes níveis e distâncias.

Normalmente o caminhão de concreto obedece a normas internacionais e obedece à capacidade máxima de volume definido pelo fabricante.

A velocidade de mistura (inicial quando é preparada a mistura na usina de concretagem) deve ser de 12 a 14 rpm (rotações por minuto), durante um tempo de no mínimo 5 minutos.

Quando transportado ou estacionado, após a carga, a velocidade de agitação deve ser de 2 a 3 rpm e antes de se iniciar a descarga na obra deve ser realizada uma agitação do concreto por 2 a 3 minutos com a velocidade de mistura, evita-se dessa forma a formação de bolhas no concreto e placas de endurecimento, que prejudicam toda a carga.

Tabela 3.3 - Configuração do medidor de ruído para o processo caminhão betoneira.

Configuração Dosímetro 01		Configuração Dosímetro 02	
Nível de Critério:	85 dB	Nível de Critério:	85 dB
Nível Limiar:	80 dB	Nível Limiar:	80 dB
Taxa de dobra:	3 dB	Taxa de dobra:	5 dB
Ponderação em Frequência:	A	Ponderação em Frequência:	A
Ponderação Temporal:	Slow	Ponderação Temporal:	Slow

Na Tabela 3.3 são mostradas as configurações dos dosímetros de acordo com a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) e Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01). Para dosímetro 01 (NR-15) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 3dB com ponderação de frequência A e ponderação

temporal Slow. Para dosímetro 02 (NHO-01) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 5dB com ponderação de frequência A e ponderação temporal Slow, padrão este definido para realização da avaliação de ruído.

3.4.5 - Projeção de concreto



Figura 3.6 – Máquina de projeção de concreto.
Fonte: ARCHIEPO (2018).

Concreto com dimensão máxima de agregado superior a 4,8 mm, transportado por uma tubulação e projetado, sob pressão, em elevada velocidade, sobre uma superfície, sendo compactado simultaneamente. É usado principalmente no revestimento de obras subterrâneas e taludes e no reparo de estruturas, por dispensar o uso de formas e proporcionar grandes velocidades nas operações de lançamento e adensamento do concreto.

Tabela 3.4 – Configuração do medidor de ruído para o processo projeção de concreto.

Configuração Dosímetro 01		Configuração Dosímetro 02	
Nível de Critério:	85 dB	Nível de Critério:	85 dB
Nível Limiar:	80 dB	Nível Limiar:	80 dB
Taxa de dobra:	3 dB	Taxa de dobra:	5 dB
Ponderação em Frequência:	A	Ponderação em Frequência:	A
Ponderação Temporal:	Slow	Ponderação Temporal:	Slow

Na Tabela 3.4 são mostradas as configurações dos dosímetros de acordo com a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) e Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO-01). Para dosímetro 01 (NR-15) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 3dB com ponderação de frequência A e ponderação temporal Slow. Para dosímetro 02 (NHO-01) está definido o Nível de Critério com 85dB, Nível de Limiar de 80dB, Taxa de dobra de 5dB com ponderação de frequência A e ponderação temporal Slow, padrão este definido para realização da avaliação de ruído.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - AVALIAÇÃO DO RUÍDO DO MARTELETE

4.1.1 - Resultados do dosímetro

Tabela 4.1 - Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO01 para o processo martetele.

Resultados Dosímetro 01				Resultados Dosímetro 02			
LAVG:	108,3 dB(A)	LMAX:	120,1 dB(A)	LAVG:	105,4 dB(A)	LMAX:	120,1 dB(A)
LEQ:	108,3 dB(A)	LMAX (TIME):	14:52	LEQ:	108,3 dB(A)	LMAX (TIME):	14:52
TWA:	98,0 dB(A)	Lpico (>115 dB):	133,1 dB(A)	TWA:	88,0 dB(A)	Lpico (>115 dB):	133,1 dB(A)
NEN:	108,3 dB(A)	Lpico (TIME):	14:59	NEN:	105,4 dB(A)	Lpico (TIME):	14:59
DOSE:	2083,20%	Lmin:	70,9 dB(A)	DOSE:	159,70%	Lmin:	70,9 dB(A)
DOSE p(8h):	21777,10%	DOSE p(8h):	21777,10%	DOSE p(8h):	1691,20%	DOSE p(8h):	1691,20%

Na Tabela 4.1, estão apresentados os resultados da medição de ruído. Destes resultados, o que tem maior peso na avaliação é o NEN (Nível de exposição Normalizado) para comparar com o limite de tolerância da NR-15 e NHO-01. O NEN com os parâmetros da NR-15 apresentou um resultado de 108,3dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85dB(A). O NEN com os parâmetros da NHO-01 apresentou um resultado de 105,4dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85db(A). A dose de exposição para 8 horas está 1691,2% do aceitável, mais que 16 vezes a dose máxima.

Todos os índices estão acima do limite especificados pela NR-15, a qual limita em 85dB a exposição do trabalhador ao ruído.

4.1.2 - Nível de equivalência por banda de oitava (Martetele)

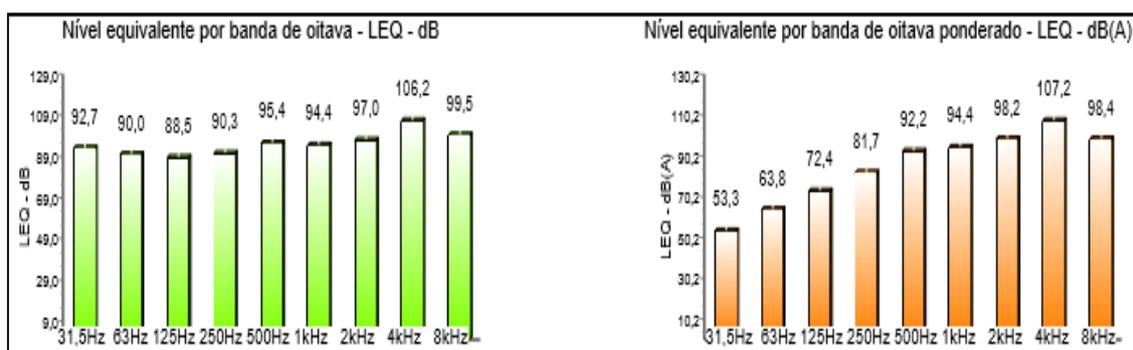


Figura 4.1 – Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo martetele.

Na Figura 4.1 é apresentado o nível equivalente por banda de oitava ponderado o ruído que o trabalhador ficou exposto (31,5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz). O nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB, na ilustração o histograma de barras verde, apresenta o ruído real que o equipamento coleta. O nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), o histograma com barras laranja, o que dá uma aproximação razoável da percepção humana de sonoridade, ou seja, representa a percepção do ouvido humano ao ruído.

Todos os valores de ruídos respectivos às bandas de frequências LEQ-dB estão acima do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15

É possível notar que os valores do nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), respectivos às frequências de 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz e 8kHz, mesmo com ponderação, extrapolam o limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15. Um erro seria calcular o resultado do ruído através de média simples, a qual retornaria um valor de 84,62dB(A), o que resulta em um falso atendimento aos limites máximo de exposição.

4.1.3 - Resultados com utilização dos EPI's (Martetele)

Tabela 4.2 - Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 para o processo martetele.

Tipo de Protetor Auditivo	N° do CA	Validade	Proteção assumida - dB(A)							
			LEQ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Tipo inserção	29847	31/01/2022	87,9	68,4	71,7	78,2	70,4	69,2	86,2	79,4
Tipo concha p/ capacete	29176	28/03/2021	79,4	54,4	62,7	71,2	67,4	70,2	76,2	71,4
Tipo concha	15623	07/05/2020	94,8	70,4	77,7	88,2	85,4	81,2	92,2	82,4
Tipo Moldável	5674	06/11/2022	90,6	66,4	74,7	82,2	84,4	80,2	87,2	76,4

Na Tabela 4.2, é apresentado a eficiência do protetor auricular de acordo com o método longo da ABNT-NBR 16077 que utilizada as frequências de banda oitava para o cálculo.

Neste caso é possível notar que o protetor auricular (tipo concha) de CA 29176 não é suficiente para deixar o ruído abaixo do limite de 85dB(A), logo que o LEQ é 87,9dB, logo o trabalhador fica exposto a ruído prejudicial à saúde tanto com relação à NR-15 como com relação à NHO-01.

Neste caso as ações sugeridas de acordo com a NR-15 é aplicação do intervalo de descanso para o trabalhador.

4.2 - AVALIAÇÃO DO RUÍDO DO COMPRESSOR

4.2.1 - Resultados do dosímetro (Compressor)

Tabela 4.3 - Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo compressor.

Resultados Dosímetro 01				Resultados Dosímetro 02			
LAVG:	89,1 dB(A)	LMAX:	114,5 dB(A)	LAVG:	87,2 dB(A)	LMAX:	114,5 dB(A)
LEQ:	89,2 dB(A)	LMAX (TIME):	10:40	LEQ:	88,9 dB(A)	LMAX (TIME):	10:40
TWA:	84,7 dB(A)	Lpico (>115 dB):	127,8 dB(A)	TWA:	79,7 dB(A)	Lpico (>115 dB):	127,8 dB(A)
NEN:	89,1 dB(A)	Lpico (TIME):	10:40	NEN:	87,2 dB(A)	Lpico (TIME):	10:40
DOSE:	92,40%	Lmin:	59,4 dB(A)	DOSE:	48,30%	Lmin:	59,4 dB(A)
DOSE p(8h):	259,30%	DOSE (8h):	259,30%	DOSE p(8h):	135,50%	DOSE p(8h):	135,50%

Na Tabela 4.3, estão apresentados os resultados da medição de ruído. Destes resultados, o que tem maior peso na avaliação é o NEN (Nível de exposição

Normalizado) para comparar com o limite de tolerância da NR-15 e NHO-01. O NEN com os parâmetros da NR-15 apresentou um resultado de 89,1 dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85dB(A). O NEN com os parâmetros da NHO-01 apresentou um resultado de 87,2 dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85db(A). A dose de exposição para 8 horas está 135,5% do aceitável.

Os índices estão acima do limite especificados pela NR-15, a qual limita em 85dB a exposição do trabalhador ao ruído.

4.2.2 - Nível de equivalência por banda de oitava (Compressor)

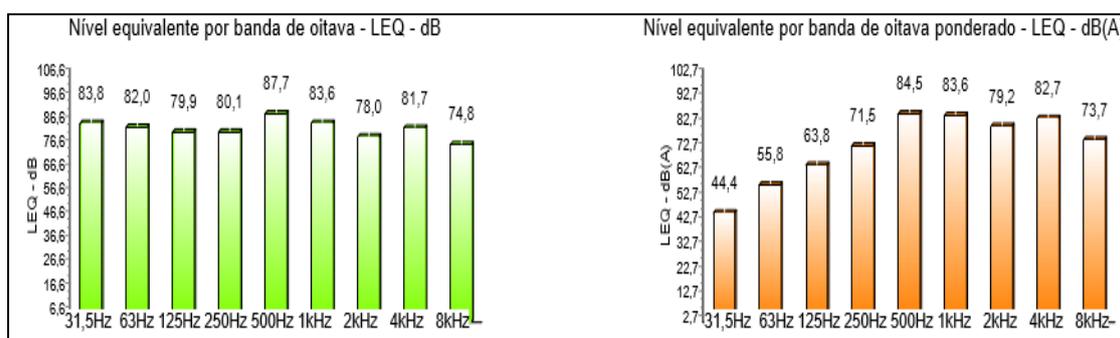


Figura 4.2 – Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A. para o processo Compressor.

Na Figura 4.2 é apresentado o nível equivalente por banda de oitava ponderado o ruído que o trabalhador ficou exposto (31,5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz). O nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB, na ilustração o histograma de barras verde, apresenta o ruído real que o equipamento coleta. O nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), o histograma com barras laranja, o que dá uma aproximação razoável da percepção humana de sonoridade, ou seja, representa a percepção do ouvido humano ao ruído.

Para os valores do nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB. Somente o valores de ruídos respectivos bandas de frequências de 500Hz está acima do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15

É possível notar que todos os valores do nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), respectivos às frequências estão abaixo do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15. Para o processo analisado, não é necessário a utilização do protetor auricular, porém o trabalhado no canteiro de obras está exposto a ruídos

indiretos de fontes de ruídos que normalmente extrapolam o limite, e é sempre obrigatório a utilização do protetor auricular nas dependências do canteiro de obra.

4.2.3 - Resultado com utilização do EPI's (Compressor)

Tabela 4.4 - Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 para o processo compressor.

Tipo de Protetor Auditivo	N° do CA	Validade	Proteção assumida - dB(A)							
			LEQ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Tipo inserção	29847	31/01/2022	72,1	59,8	61,5	70,5	59,6	50,2	61,7	54,7
Tipo concha p/ capacete	29176	28/03/2021	65,1	45,8	52,5	63,5	56,6	51,2	51,7	46,7
Tipo concha	15623	07/05/2020	81,9	61,8	67,5	80,5	74,6	62,2	67,7	57,7
Tipo Moldável	5674	06/11/2022	77,6	57,8	64,5	74,5	73,6	61,2	62,7	51,7

Na Tabela 4.4, é apresentado à eficiência do protetor auricular de acordo com o método longo da ABNT-NBR 16077 que utilizada as frequências de banda oitava para o cálculo. Neste caso é possível notar que todos os protetor auriculares analisados são eficientes, visto que, o ruído já estava abaixo do limite de tolerância com relação à NR-15 como com relação à NHO-01.

4.3 - AVALIAÇÃO DO CAMINHÃO BETONEIRA

4.3.1 - Resultados do dosímetro (Caminhão betoneira)

Tabela 4.5 - Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo caminhão betoneira.

Resultados Dosímetro 01				Resultados Dosímetro 02			
LAVG:	100,1 dB(A)	LMAX:	117,6 dB(A)	LAVG:	95,6 dB(A)	LMAX:	117,6 dB(A)
LEQ:	100,1 dB(A)	LMAX (TIME):	09:57	LEQ:	100,1 dB(A)	LMAX (TIME):	09:57
TWA:	92,4 dB(A)	Lpico (>115 dB):	134,1 dB(A)	TWA:	82,8 dB(A)	Lpico (>115 dB):	134,1 dB(A)
NEN:	100,6 dB(A)	Lpico (TIME):	10:11	NEN:	96,4 dB(A)	Lpico (TIME):	10:11
DOSE:	569,20%	Lmin:	70,4 dB(A)	DOSE:	74,80%	Lmin:	70,4 dB(A)
DOSE p(8h):	3274,70%	DOSE p(8h):	3684,10%	DOSE p(8h):	434,60%	DOSE p(8h):	489,00%

Na Tabela 4.5, estão apresentados os resultados da medição de ruído para o processo caminhão betoneira. Destes resultados, o que tem maior peso na avaliação é o

NEN (Nível de exposição Normalizado) para comparar com o limite de tolerância da NR-15 e NHO-01. O NEN com os parâmetros da NR-15 apresentou um resultado de 100,6 dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85dB(A). O NEN com os parâmetros da NHO-01 apresentou um resultado de 96,4 dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85db(A). A dose de exposição para 8 horas está 434,6%, muito acima do aceitável.

4.3.2 - Nível de equivalência por banda de oitava (caminhão betoneira)

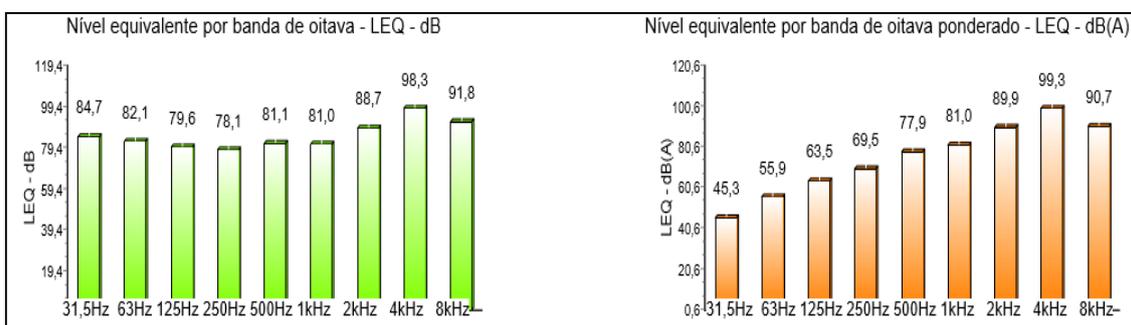


Figura 4.3 – Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo caminhão betoneira.

Na Figura 4.3 é apresentado o nível equivalente por banda de oitava ponderado o ruído que o trabalhador ficou exposto (31,5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz). O nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB, na ilustração o histograma de barras verde, apresenta o ruído real que o equipamento coleta. O nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), o histograma com barras laranja, o que dá uma aproximação razoável da percepção humana de sonoridade, ou seja, representa a percepção do ouvido humano ao ruído. Para os valores do nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB, os valores de ruídos respectivos bandas de frequências de 2kHz, 4kHz, 8kHz estão acima do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15.

Os valores do nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), respectivos às frequências 2kHz, 4kHz, 8kHz estão acima do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15. Se calculado de forma arbitrária o resultado da pressão sonora, através da média simples, o valor seria 74,77 dB(A) o que geraria um resultado falso e prejudicaria o trabalhador.

4.3.3 - Resultado com utilização dos epi's (Caminhão betoneira)

Tabela 4.6 - Cálculo da eficiência do protetor auricular pelo método longo ABNT NBR 16077 para o processo caminhão betoneira.

Tipo de Protetor Auditivo	N° do CA	Validade	Proteção assumida - dB(A)							
			LEQ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Tipo inserção	29847	31/01/2022	79,5	59,5	59,5	63,9	57,0	60,9	78,3	71,7
Tipo concha p/ capacete	29176	28/03/2021	70,6	45,5	50,5	56,9	54,0	61,9	68,3	63,7
Tipo concha	15623	07/05/2020	85,6	61,5	65,5	73,9	72,0	72,9	84,3	74,7
Tipo Moldável	5674	06/11/2022	81,1	57,5	62,5	67,9	71,0	71,9	79,3	68,7

Na Tabela 4.6, são apresentados os resultados da eficiência dos protetores auriculares de acordo com o método longo da ABNT-NBR 16077 que utilizada as frequências de banda oitava para o cálculo. Neste caso é possível notar que o protetor auricular de inserção pré-moldado N° do CA 19578, o LEQ apresenta 89,9 dB(A), e a frequência de 4 kHz apresenta 89,3 dB(A), ambos estão acima do limite de tolerância com relação à NR-15 como com relação a NHO01.

Nesta análise é importante verificar que para dois protetores do mesmo tipo o de inserção pré-moldado, foram obtidos resultados diferentes, uma das práticas utilizadas nas empresas é padronizar a utilização de protetor auricular por função separado por cores, ou uma cor específica para visitantes, o que muitas vezes acaba expondo o trabalhador ou visitante ao ruído acima do limite de tolerância.

4.4 - AVALIAÇÃO DO RUÍDO DO BICO PROJETOR DE CONCRETO

4.4.1 - Resultados do dosímetro (projeção de concreto)

Tabela 4.7 - Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo projeção de concreto.

Resultados Dosímetro 01				Resultados Dosímetro 02			
LAVG:	103,8 dB(A)	LMAX:	117,4 dB(A)	LAVG:	100,9 dB(A)	LMAX:	117,4 dB(A)
LEQ:	103,8 dB(A)	LMAX (TIME):	15:00	LEQ:	103,8 dB(A)	LMAX (TIME):	15:00
TWA:	97,8 dB(A)	Lpico (>115 dB):	130,8 dB(A)	TWA:	90,9 dB(A)	Lpico (>115 dB):	130,8 dB(A)
NEN:	103,5 dB(A)	Lpico (TIME):	15:00	NEN:	100,4 dB(A)	Lpico (TIME):	15:00
DOSE:	1959,40%	Lmin:	59,4 dB(A)	DOSE:	228,40%	Lmin:	59,4 dB(A)
DOSE p(8h):	7699,30%	DOSE (8h):	7218,10%	DOSE p(8h):	906,30%	DOSE p(8h):	849,60%

Na Tabela 4.7, estão apresentados os resultados da medição de ruído para o processo caminhão betoneira. Destes resultados, o que tem maior peso na avaliação é o NEN (Nível de exposição Normalizado) para comparar com o limite de tolerância da NR-15 e NHO-01. O NEN com os parâmetros da NR-15 apresentou um resultado de 103,5 dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85dB(A). O NEN com os parâmetros da NHO-01 apresentou um resultado de 100,4 dB(A) que está acima do limite de tolerância de 85db(A). A dose de exposição para 8 horas está 906,3%, muito acima do aceitável.

4.4.2 - Nível de equivalência por banda de oitava (projeção de concreto)

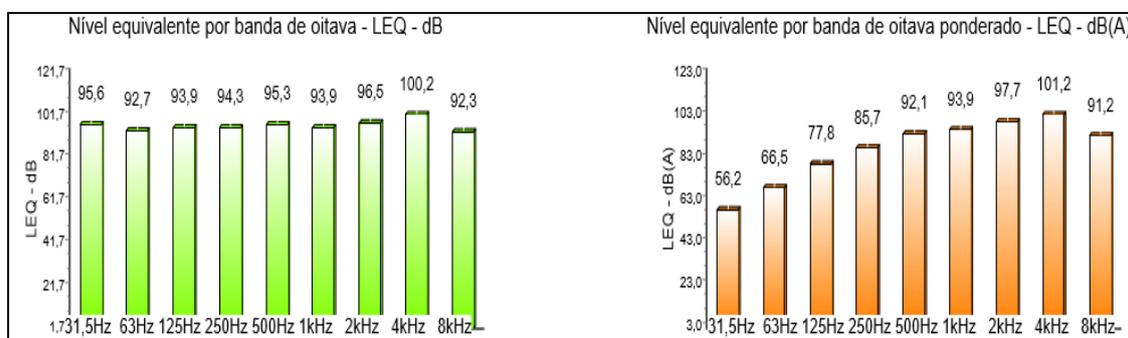


Figura 4.4 – Nível equivalente de ruído por banda oitava sem ponderação e com curva de ponderação A para o processo projeção de concreto.

Na Figura 4.4, é apresentado o nível equivalente por banda de oitava ponderado o ruído que o trabalhador ficou exposto (31,5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz). O nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB, na ilustração o histograma de barras verde, apresenta o ruído real que o equipamento coleta. O nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), o histograma com barras laranja, o que dá uma aproximação razoável da percepção humana de sonoridade, ou seja, representa a percepção do ouvido humano ao ruído.

Para os valores do nível equivalente por banda de oitava – LEQ-dB, todos os valores de ruídos respectivos bandas de frequências estão acima do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15.

Os valores do nível equivalente por banda de oitava ponderado – LEQ-dB (A), respectivos às frequências 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz estão acima do limite de 85 dB(A) especificado pela NR-15. Se calculado de forma arbitrária o

resultado da pressão sonora, através da média simples, o valor seria 84,77 dB(A) o que geraria um resultado falso e prejudicaria o trabalhador.

4.4.3 - Resultado com utilização dos EPI's (projeção de concreto)

Tabela 4.8 - Medições do ruído de acordo com a NR-15 e NHO-01 para o processo projeção de concreto.

Tipo de Protetor Auditivo	N° do CA	Validade	Proteção assumida - dB(A)							
			LEQ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Tipo inserção	29847	31/01/2022	84,2	73,8	75,7	78,1	69,9	68,7	80,2	72,2
Tipo concha p/ capacete	29176	28/03/2021	76,6	59,8	66,7	71,1	66,9	69,7	70,2	64,2
Tipo concha	15623	07/05/2020	92,3	75,8	81,7	88,1	84,9	80,7	86,2	75,2
Tipo Moldável	5674	06/11/2022	88,6	71,8	78,7	82,1	83,9	79,7	81,2	69,2

Na Tabela 4.8 são apresentados os resultados da eficiência dos protetores auriculares de acordo com o método longo da ABNT-NBR 16077 que utilizada as frequências de banda oitava para o cálculo.

Neste caso é possível notar que o protetor auricular de inserção pré-moldado N° do CA 13027, o LEQ apresenta 89,3 dB(A), e a frequência de 4 kHz apresenta 86,2 dB(A), o protetor auricular de inserção pré-moldado N° do CA 5745, o LEQ apresenta 88,0 dB(A), e a frequência de 4 kHz apresenta 86,2 dB(A), ambos os protetores apresentam resultados acima do limite de tolerância com relação à NR-15 como com relação a NHO01.

Os protetores tipo concha são indicados neste processo, pois os mesmos atendem todos os critérios e bandas de frequência.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

A complexidade das atividades da construção civil e a exposição dos trabalhadores aos riscos ocupacionais, nesse caso o ruído, o que levou a essa pesquisa para analisar a eficiência do protetor auricular na atividade de jateamento de concreto, resultando na identificação, medição, análise e escolha do melhor protetor para a atividade.

Na identificação dos equipamentos geradores de ruídos observamos que o processo era realizado por 4 (quatro) equipamentos principais: martelete, compressor, caminhão betoneira, projetor de concreto.

Cada equipamento através de suas características teve um resultado diferente, foi medido através do dosímetro de ruído, na fonte geradora. Tendo como base para avaliação e comparação o LEQ (Nível Equivalente - de Ruído), o equipamento com maior valor de LEQ foi o martelete com 108,3 dB(A) e o menor valor foi o Compressor com 89,2 dB(A), todos os valores encontrados superam os estabelecidos em normativo tanto da NR-15 como da NHO-01, para a exposição de 8 horas diárias.

Ao ser avaliado cada protetor de ruído conforme o LEQ de cada equipamento, podemos escolher o mais adequado para a proteção do trabalhador, nesse caso o equipamento mais eficiente foi o protetor do tipo “capacete com protetor embutido” de CA n°. 15623, todos os valores calculados atenderam as normas NR-15 com limites de 85 dB(A) e NHO-01 com 80 dB(A), sendo os valores de ruído encontrados para todos os equipamentos e o protetor auricular foram: martelete – 79,4 dB(A); compressor – 65,1 dB(A); caminhão betoneira – 70,6 dB(A) e projeção do concreto – 76,6 dB(A), atendendo a todos os equipamentos envolvidos no processo de jateamento de concreto.

Podemos então relacionar em porcentagem em atendimento as normas NR-15 e NHO-01, facilitando todos as análise de resultados obtidos para eficiência dos protetores auriculares em questão o seguinte ranking: com 100% de eficiência o protetor auricular tipo: “capacete com protetor embutido” – CA 15623; com 50% de eficiência o protetor auricular tipo: “tipo concha” – CA 29176; com 25% de eficiência o protetor auricular tipo: “inserção auto moldáveis” – CA 5674 e 0% de eficiência o protetor tipo: “inserção pré-moldado” – CA 29847.

Podemos assim concluir que se avaliarmos quantitativamente a exposição a ruídos nas diversas atividades laboral, e se fizermos uma análise em relação aos equipamentos de proteção individual nesse caso o protetor auricular, de forma a observar o grau de proteção de EPI, e o atendimento as normas aplicáveis, podemos obter a escolha do mais apropriado para o desenvolvimento de suas atividades. Sabemos que essa escolha muitas das vezes deve ser combinada de treinamento do uso correto, escolha do tamanho mais adequado à estrutura física do trabalhador, e outras variáveis, porém esse é o início de um trabalho sério para melhorar a qualidade de vida dessas pessoas que estão expostas ao ruído.

Por fim, para trabalhos futuros recomenda-se a criação de um manual onde visualmente o usuário poderá verificar qual protetor será mais eficiente para determinada atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. M. M. **Metodologia para Avaliação de Impacto Ambiental Sonoro da Construção Civil no Meio Urbano**. 2004. Tese (Doutorado) – URFJ, Rio de Janeiro, Brasil.

AZEVEDO, A.P. Ruído – um problema na saúde pública? (Outros agentes físicos). In: ROCHA, EL. (org.). **Isto é trabalho de gente?** Vida, doença e trabalho no Brasil. Petrópolis: Vozes, 1993.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle de Ruído**, 2ª Edição. Ed. Blucher, 2011

BRASIL. **Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União. Brasília, 23 dez. 1977.

BRASIL. **Portaria n.º 19, de 9 de abril de 1998**. Estabelece Diretrizes e Parâmetros Mínimos para a Avaliação e o Acompanhamento da Audição dos Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados. Diário Oficial da União. Brasília, 06 jul. 1978.

BRASIL. **Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978**. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União. Brasília, 06 jul. 1978.

CONCHA-BARRIENTOS, M.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; STEENLAND, K. **Occupational Noise: Assessing – The Burden Of Disease From Work-Related Hearing Impairment At National And Local Levels**. IN: PRUSS-USTUN, A. et al (Orgs.). Environmental Burden of Disease Series, n. 9. Geneva: World Health Organization, 2004.

DIAS, A.K.G. et al. **O ruído na indústria da construção civil**, Revista Petra, v. 2, n. 1, jan./jul. 2015

EL-DIB, R. P. et al. **A systematic review of the interventions to promote the wearing of hearing protection**. São Paulo Medical Journal, v. 125, n. 6, nov. 2007.

KIM, Y. et al, O. **Predictors of Hearing Protection Behavior Among Power Plant Workers**. Asian Nursing Research, v. 4, n. 1, mar. 2010.

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

MAIA, P. A. **Estimativa de exposições não contínuas a ruído: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2001.

MATEUS, D. **Acústica de Edifício e Controle de Ruído**. Apontamentos, FCTUC, 2008

MEDEIROS, J. B. **Eficiência de protetores auditivos ao espectro de banda de oitava e aos níveis de pressão sonora característicos de um sistema de tratamento de água da CORSAN – RS**, Monografia (especialização em segurança do trabalho) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – 2011

MEIRA T. C. et al. **Exposição ao ruído ocupacional: reflexões a partir do campo da Saúde do Trabalhador**. Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade InterfacEHS. Volume 7, Número 3, 2012.

NELSON D. I. et al. **The global burden of occupational noise-induced hearing loss**. American Journal of Industrial Medicine, v. 48, n. 6, dez. 2005.

Norma de Higiene Ocupacional NHO 01 (**Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído**), FUNDACENTRO, 2001.
PRUDÊNCIO, L. R. Jr., **Concreto projetado**. Concreto, Ensino, Pesquisa e Realizações, São Paulo, Ed. Geraldo Cechella Isaia, IBRACON, 2005

SANTOS, U. P. **Ruído: riscos e prevenção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

TAK, S.; DAVIS, R. R.; CALVERT, G. M. **Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers—NHANES, 1999–2004**. American Journal of Industrial Medicine, v. 52, n. 5, maio. 2009.

ANEXO I

CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - DSST

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO - CA Nº 29.847
VÁLIDO

Validade: 31/01/2022

Nº. do Processo: 48000.009144/2016-06

Produto: Nacional

Equipamento: PROTETOR AUDITIVO

Descrição: Protetor auditivo de inserção pré moldado de silicone em três tamanhos: P, M e G, com ou sem cordão de tecido, plástico ou silicone.

Aprovado para: PROTEÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO DO USUÁRIO CONTRA NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA SUPERIORES AO ESTABELECIDO NA NR-15, ANEXOS I E II, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO ABAIXO.

Marcação do CA: Na base

Referências: Dystray - Prix Silicone

Tamanhos: P, M e G

Cores: Laranja; Salmão; Bege; Verde; Azul; Natural; Amarela

Normas técnicas: ANSI S12.6 - 2008 - Método B

Laudos:

Nº. Laudo: REAT-081-2016

Laboratório: LAEPI - LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Empresa: DYSTRAY INDUSTRIA E COMERCIO EIRELI

CNPJ: 55.212.807/0001-80 CNAE: 2229 - Fabricação de artefatos de material plástico não especificados anteriormente

Endereço: JACOBUS BALDI 493

Bairro: CID FIM DE SEMANA

CEP: 05847000

Cidade: SAO PAULO

UF: SP

Frequência (Hz):	Tabela de Atenuação									
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuação db:	20	20	24	23	27	0	27	0	38	15
Desvio Padrão:	9	8	10	7	5	0	8	0	10	0



MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - DSST

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO - CA Nº 29.176
VÁLIDO

Validade: 28/03/2021

Nº. do Processo: 46000.001050/2016-81

Produto: Importado

Equipamento: PROTETOR AUDITIVO

Descrição: Protetor auditivo do tipo concha, constituído por duas conchas em plástico, apresentando almofadas de espuma em suas laterais e em seu interior. Possui uma haste em plástico rígido que sustenta as conchas.

Aprovado para: PROTEÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO DO USUÁRIO CONTRA NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA SUPERIORES AO ESTABELECIDO NA NR 15 ANEXOS I E II, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO ABAIXO.

Marcação do CA: Na concha

Referências: 3M 1426

Tamanhos: Único

Cores: Vermelha

Normas técnicas: ANSI S12.6 - 2008 - Método B

Laudos:

Nº. Laudo: REAT-025-2015

Laboratório: LAEPI - LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Empresa: 3M DO BRASIL LTDA

CNPJ: 45.985.371/0001-08 CNAE: 2099 - Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente

Endereço: ANHANGUERA S/N KM 110

Bairro: JARDIM MANCHESTER (NOVA VENEZA)

CEP: 13181900

Cidade: SUMARE

UF: SP

Frequência (Hz):	Tabela de Atenuação									
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuação db:	8	14	22	32	33	0	29	0	27	19
Desvio Padrão:	2	2	4	4	2	0	4	0	4	0



MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - DSST

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO - CA Nº 15.623
VÁLIDO

Validade: 07/05/2020

Nº. do Processo: 48000.002190/2015-95

Produto: Importado

Equipamento: PROTETOR AUDITIVO

Descrição: Protetor auditivo composto de arco com ajuste de pressão fabricado em plástico de engenharia, selo fabricado em espuma revestida com vinil preto, conchas de plástico preenchidas internamente com espuma moldada e espuma plana.

Aprovado para: PROTEÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO DO USUÁRIO CONTRA NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA SUPERIORES AO ESTABELECIDO NA NR 15, ANEXOS I E II, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO ABAIXO.

Marcação do CA: Na concha

Referências: Abafador de ruídos MSA SORDIN HPE

Normas técnicas: ANSI S12.6 - 2008 - Método B

Laudos:

Nº. Laudo: 097-2014- A

Laboratório: LAEPI - LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Empresa: MSA DO BRASIL EQUIP E INSTRUMENTOS DE SEGURANCA LTDA

CNPJ: 45.855.461/0001-30 CNAE: 3292 - Fabricação de equipamentos e acessórios para segurança e proteção pessoal e profissional

Endereço: ROBERTO GORDON 138

Bairro: VILA NOGUEIRA

CEP: 09990901

Cidade: DIADEMA

UF: SP

Frequência (Hz):	Tabela de Atenuação									
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuação db:	22	25	27	35	32	0	37	0	37	26 dB
Desvio Padrão:	2	3	3	4	2	0	3	0	5	0



MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - DSST

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO - CA Nº 5.674
VÁLIDO

Validade: 08/11/2022

Nº. do Processo: 48000.001292/2015-93

Produto: Nacional

Equipamento: PROTETOR AUDITIVO

Descrição: Protetor auditivo tipo inserção moldável de espuma de poliuretano no formato cônico, com ou sem cordão.

Aprovado para: PROTEÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO DO USUÁRIO CONTRA NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA SUPERIORES AO ESTABELECIDO NA NR 15, ANEXOS I E II, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO ABAIXO

Marcação do CA: Na embalagem.

Referências: 3M 1100 (sem cordão) e 1110 (com cordão)

Tamanhos: Único

Cores: Laranja

Normas técnicas: ANSI S12.6 - 2008 - Método B

Laudos:

Nº. Laudo: 058-2016.

Laboratório: LAEPI - LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Empresa: 3M DO BRASIL LTDA

CNPJ: 45.985.371/0082-20 CNAE: 2099 - Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente

Endereço: RAPOSO TAVARES S N KM 171

Bairro: INDUSTRIAL

CEP: 18203340

Cidade: ITAPETININGA

UF: SP

Frequência (Hz):	Tabela de Atenuação									
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRRsf
Atenuação db:	18	19	22	20	28	0	34	0	34	16dB
Desvio Padrão:	6	6	6	5	5	0	7	0	6	0