



UEPB

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPUS I

CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL –DESA

CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**DANIELLE GINUINO CORREIA**

**ANÁLISE ESPECTRAL DE RUÍDO OCUPACIONAL: ESTUDO DE CASO DE UMA  
SERRALHARIA**

CAMPINA GRANDE

2020

**DANIELLE GINUINO CORREIA**

**ANÁLISE ESPECTRAL DE RUÍDO OCUPACIONAL: ESTUDO DE CASO DE UMA  
SERRALHARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Segurança do Trabalho

Orientador:

Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos

CAMPINA GRANDE

2020

C824a Correia, Danielle Ginuino.  
Análise espectral de ruído ocupacional [manuscrito] :  
estudo de caso de uma serralharia / Danielle Ginuino  
Correia. - 2020.  
48 p.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em  
Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da  
Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2020.  
"Orientação : Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos ,  
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental -  
CCT."  
1. Ruído ocupacional. 2. Espectro de frequência. 3.  
Pressão sonora. I. Título  
21. ed. CDD 620.82

**DANIELLE GINUINO CORREIA**

**ANÁLISE ESPECTRAL DE RUÍDO OCUPACIONAL: ESTUDO DE CASO DE UMA  
SERRALHARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Segurança do Trabalho

Aprovado em: 27/11/20

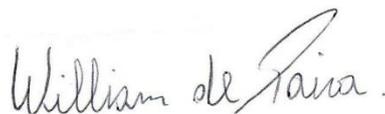
**BANCA EXAMINADORA**



Laércio Leal dos Santos  
Prof. Dr. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB)



Artur Cesar Sartori Lopes  
Me. Engenheiro de Segurança do Trabalho (UEPB)



William de Paiva  
Prof. Dr. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB)

**CAMPINA GRANDE**

**2020**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, que me supriu de forças e moveu todos os meios e pessoas para que eu pudesse chegar até o fim.

À minha família, que se sempre me compreendeu, deu suporte e me ajudou com tudo o que precisava para me dedicar ao curso.

Aos meus colegas de trabalho que sempre foram solícitos à minha condição de estudante e por muitas vezes seguraram a barra por mim.

Aos meus colegas de curso, de todos os períodos que cruzei, e em tantos momentos compartilharam comigo as dúvidas, me ajudaram nos apertos e na vida.

E a todos que auxiliarem nessa pesquisa, cedendo equipamentos, colaborando com as orientações e me motivando a desenvolver este trabalho mesmo em difícil período de pandemia.

“Para tudo há um tempo,  
Para cada coisa há um propósito  
debaixo do céu.

[...]

Assim eu entendi que nada  
é melhor para o homem do que  
alegrar-se e procurar o bem estar  
durante toda sua vida.

(Eclesiastes 3: 1 ;12)

## RESUMO

O ruído ocupacional é um agente de risco físico que pode estar presente em diversos ambientes de trabalho, entre eles as Serralharias. Através da presença de fontes móveis e fixas este ruído é propagado em altos níveis que podem causar além de efeitos fisiológicos e psicológicos, a perda auditiva de forma irreversível e definitiva. Visando evitar estes graves danos à saúde humana, as medidas de prevenção e controle mostram – se, respectivamente, as soluções mais adequadas a serem adotadas pelas empresas. Para tanto, é imprescindível que se faça um detalhado monitoramento do ruído para compreender suas características e propor controles que sejam eficazes. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar, através de um audiodosímetro, a análise das intensidades – LEQ (A) e frequências em bandas de oitava, emitidas por cada fonte de forma separada e conjunta em uma Serralharia. Para este fim, foram realizadas uma medição nos 8 (oito) equipamentos utilizados e 4 (quatro) dosimetrias (avaliação global) no grupo homogêneo (serralheiro) subsidiadas pela metodologia sugerida na, NHO 01. Além disso, analisou-se a atenuação por frequência dos protetores auditivos utilizados pelos trabalhadores. Os valores obtidos mostraram que o principal espectro de frequência emitida pelos equipamentos encontra-se entre 1 e 4 kHz, e que as intensidades em 62,5% dos resultados individuais e em todos os globais encontram-se muito próximos ou acima de 90 dB(A). Com relação à atenuação, os protetores mostraram-se eficientes quando da utilização na jornada de trabalho, mas apresentam limitações para alguns equipamentos. Assim, os resultados ressaltam a importância da investigação detalhada do agente de ruído para compreensão de sua capacidade real de causar danos a saúde do trabalhador e adoção de medidas de proteção coletiva e individual que sejam eficazes para eliminação ou redução dos riscos.

**Palavras-chave:** Ruído ocupacional. Análise espectral. Nível de pressão sonora

## ABSTRACT

Occupational noise is a physical risk agent that can be present in several work environments, including locksmiths. Through the presence of mobile and fixed sources this noise is propagated at high levels that can cause, in addition to physiological and psychological effects, hearing loss irreversibly and definitively. In order to avoid these serious damages to human health, prevention and control measures are, respectively, the most appropriate solutions to be adopted by companies. For this, it is essential that a detailed monitoring of noise is performed to understand its characteristics and propose effective controls. In this context, the present study aimed to carry out, through an audiodosimeter, a comprehensive analysis of the intensities - LEQ (A) and frequencies in octave bands, emitted by each source separately and jointly in a locksmith. For this purpose, a measurement was performed on the 8 (eight) equipment used and 4 (four) dosimetry (global assessment) in the homogeneous group (locksmith) subsidized by the methodology suggested in Fundacentro's Occupational Hygiene Standard, NHO 01. In addition, it analyzed attenuation by frequency of hearing protectors used by workers. The obtained values showed that the main frequency spectrum emitted by the equipment is between 1 and 4 kHz, and that the intensities in 62.5% of the individual results and in all the global results are very close or above 90 dB (A). With regard to attenuation, the protectors proved to be efficient when used during the working day, but they have significant limitations for some equipment. Thus, the results underscore the importance of a detailed investigation of the noise agent to understand its real capacity to cause damage to the health of workers and the adoption of collective and individual protection measures that are effective for eliminating or reducing risks.

**Keyword:** Ocupacional noise. Spectral analysis. Sound pressure level

## **ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CA – Certificado de Aprovação

ENIT – Escola Nacional da Inspeção do Trabalho

EPI – Equipamento de Proteção Individual

GHE – Grupo Homogêneo de Exposição

LEQ – Equivalent Level

NBR – Norma Técnica Brasileira

NHO – Norma de Higiene Ocupacional

NPS – Nível de Pressão Sonora

NR – Norma Regulamentadora

NRRsf - Noise Reduction Rate Subject Fit

PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído

PCA – Programa de Controle Auditivo

PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398) .....	27
Tabela 2 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398) .....	27
Tabela 3 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176) .....	28
Tabela 4 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176) .....	29
Tabela 5 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398) .....	30
Tabela 6 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398) .....	31
Tabela 7 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176) .....	32
Tabela 8 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176) .....	33
Tabela 9 – Resultados globais obtidos com atenuação (protetor auditivo CA 4398)	36
Tabela 10 – Valores de LEQ dB(A) para os equipamentos .....	37
Tabela 11 – Valores de LEQ dB(A) para os avaliações globais .....	38

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Serralharia .....	19
Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo da Serralharia .....	20
Figura 3 – Esmerilhadeira .....	20
Figura 4 - Lixadeira .....	20
Figura 5 – Furadeira DWT.....	21
Figura 6 – Furadeira Stanley.....	21
Figura 7 – Policorte de bancada 01.....	21
Figura 8 – Policorte de Bancada 02 .....	21
Figura 9 – Compressor de ar .....	22
Figura 10 – Pistola de ar .....	22
Figura 11 – Posicionamento do aparelho para dosimetria 1 e 3.....	23
Figura 12 – Posicionamento do aparelho para dosimetria 2 e 4.....	23
Figura 13 – Calibrador (à esquerda) e audiodosímetro .....	25
Figura 14 – LEQ - dB(A) em bandas de oitava: esmeriladeira.....	26
Figura 15 – LEQ - dB(A) em bandas de oitava: lixadeira.....	27
Figura 16 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: furadeira Stanley .....	28
Figura 17 – LEQ- dB (A) em bandas de oitava: furadeira DWT.....	29
Figura 18 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: policorte de bancada 01 .....	30
Figura 19 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: policorte de bancada 02 .....	31
Figura 20 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: compressor .....	32
Figura 21 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: pistola em spray .....	33
Figura 22 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 1) .....	34
Figura 23 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 2) .....	34
Figura 24 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 3) .....	35
Figura 25 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 4) .....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
2.1 Caracterização do ruído .....	12
2.2 Normas relacionadas .....	13
2.3 Conceitos e parâmetros de medição .....	14
2.4 Efeitos do ruído e medidas de controle .....	15
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
3.1 Avaliação qualitativa .....	18
3.2 Local do estudo.....	19
3.3 Avaliações quantitativas.....	22
3.3 Metodologias e Instrumental .....	23
3.4 Análise e interpretação dos dados .....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
4.1 Espectro sonoro dos equipamentos da serralharia com a atenuação do EPI.....	26
4.1.1 Esmeriladeira .....	26
4.1.2 Lixadeira .....	27
4.1.3 Furadeira Stanley.....	28
4.1.4 Furadeira DWT.....	28
4.1.5 Policorte de bancada (tipo 01).....	29
4.1.6 Policorte de bancada (tipo 02).....	30
4.1.7 Compressor .....	31
4.1.8 Pistola para pintura em spray.....	32
4.2 Avaliações globais com atenuação do EPI.....	33
4.3 Avaliação das intensidades de ruído com atenuação do EPI .....	36
4.4 Avaliação individual do equipamento versus avaliação global.....	38
4.5 Controles coletivos e individuais .....	39
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sons são vibrações das partículas de ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes, provocando sensações que podem ser percebidas pelo sistema auditivo, o ruído, é uma espécie de som que provoca conotação negativa. Pode ser também definido como um conjunto de ondas sonoras que acontecem em várias faixas de frequências que estão compreendidas entre 20 e 20k Hz e que são representadas por um espectro de frequência (BISTAFA, 2018; ROCHA; BASTOS, 2017).

No geral, o ruído pode gerar efeitos indesejáveis de natureza fisiológica e psicológica como aumento da pressão arterial, perda do sono, aumento dos níveis de estresse, problemas de concentração e queda no desempenho do trabalho (BISTAFA, 2018). Porém, de caráter irreversível e de potencial grave dano à saúde tem-se a perda auditiva em consequências de lesões na cóclea, principalmente quando exposta as frequências altas (ARAÚJO, 2002).

Assim, para que se possa evitar agravos ao trabalhador, a NR 15 (Brasil, 2019) estabelece limites de tolerância por tempo de exposição, garantindo que empresas se adequem aos referidos valores. Por outro lado, outras Normas de caráter preventivo, como a NR 9 (Brasil, 2019) e NR 7 (Brasil, 2018) subsidiam programas de medidas de prevenção e controle aos agentes de risco, que se bem gerenciados e aplicados mostram-se eficazes e trazem inúmeros benefícios a saúde do trabalhador e melhorias na qualidade dos processos das empresas. Desse modo, um completo estudo do comportamento do ruído pode ser subsidiado pela NHO 01 (Fundacentro, 2001) e contribuem para que as medidas adotadas, coletivas e/ou individuais nestes programas possam garantir a proteção esperada.

Alguns ambientes de trabalho, a exemplo das Serralharias, expõem o trabalhador a ruído intermitente, geralmente com níveis de pressão sonora altos e incomodativos, devido à presença de equipamentos de corte e retifica em partes de metal. Além disso, controles de engenharia nas fontes de emissão tornam-se complexos por se tratarem de fontes móveis ou que pela característica dos procedimentos de trabalho não podem ser enclausurados.

Diante do exposto, torna-se imprescindível um estudo mais abrangente do comportamento do ruído, nestes ambientes, através do entendimento do processo de trabalho e suas variações, identificação das principais fontes geradoras e seu

potencial de emissão. Desse modo, o objetivo geral do trabalho foi identificar e avaliar os equipamentos da serralharia e o nível global de ruído durante a jornada de trabalho. De forma específica, identificar os principais espectros de frequências e respectivos níveis de pressão sonora, correlacionar os níveis de atenuação oferecidos pelos protetores auditivos, e propor de melhorias que tomem como base a hierarquia de controle.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Caracterização do ruído

O som é um fenômeno físico ondulatório de natureza mecânica sendo necessário um material para sua propagação. Uma onda é definida como uma perturbação em um meio a partir de uma condição de equilíbrio que se propaga durante um intervalo de tempo no espaço, através de um mecanismo de transferência de energia de um ponto para outro sem que seja necessária a transferência de matéria (MAIA, 1999). Enquanto que o som é a sensação produzida no sistema auditivo, o ruído pode ser considerado como um som indesejável capaz de produzir efeitos também indesejáveis (BISTAFA, 2018).

A faixa de percepção do som no ouvido humano se dá entre as frequências compreendidas entre 20 Hz e 20 kHz, o espectro de frequência é a distribuição de energia acústica em função do tempo em cada faixa de frequência audível (ROCHA; BASTOS, 2017). Pode ser considerados graves os sons de frequência inferior a 200 Hz, os médios entre 200 e 2000 Hz e os agudos acima de 2000 Hz (BISTAFA, 2018).

Enquanto a altura está diretamente ligada à frequência do som, a intensidade está diretamente ligada à amplitude (pressão) da onda sonora (VIEIRA FILHO, 2017). A intensidade é expressa como pressão sonora em N/m<sup>2</sup> ou Pascal, por isso chamada de Nível de Pressão Sonora (NPS), mas para uma maior facilidade de manipulação numérica e pelo fato do sistema auditivo só detectar variações de níveis bem superiores, foi convertida em escala logarítmica na base 10 cuja unidade é o decibel dB. Assim, conforme a equação 1, 1 Pa corresponde a 94 dB (BISTAFA, 2018):

$$L_p = 20 \log(P) + 94 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde

$L_p$  = Nível de pressão sonora em dB

$P$  = Pressão sonora em Pa

O ouvido humano possui audibilidade subjetiva, o que significa dizer que a sensação de ouvir um som de 5.000 Hz é diferente de ouvi-lo em 500 Hz. Desse

modo foram desenvolvidas curvas de compensação em dB em relação as frequências audíveis. A curva A, projeta atenuação similar ao ouvido humano, demonstrando a capacidade deste suportar os níveis de pressão sonora de baixos níveis de frequências distintas (ROCHA; BASTOS, 2017). Por isso, as normas recomendam que os aparelhos de medição sejam configurados para expressão valores atenuados pela curva A e os valores são expressos em dB(A) .

## **2.2 Normas relacionadas**

As Normas Regulamentadoras – NR's , aprovadas pelo portaria nº 3.214/78, tratam sobre as questões de Segurança e Medicina do Trabalho de um modo geral . Duas NR's de suma importância são NR – 9 (Brasil, 2019): Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e a NR 7 (Brasil, 2018): Programa de Controle e Saúde ocupacional que subsidiam os programas de controle e prevenção dos agentes de risco em geral. A norma utilizada para referenciar os parâmetros de exposição aos agentes de risco para a caracterização da insalubridade é a NR 15 (Brasil, 2019): Atividades e operações insalubres, onde podem ser encontrados os limites máximos de exposição do trabalhador ao ruído por tempo de trabalho.

Em complemento técnico as NR's, foram criadas aquelas específicas em Higiene Ocupacional pela FUNDACENTRO (órgão técnico do Ministério do Trabalho e Emprego) para que se possa aplicar diretrizes adequadas aos monitoramentos dos agentes ambientais e o tratamento dos resultados. Dentre elas, a NHO 01 – Procedimento Técnico – Avaliação da Exposição ocupacional ao Ruído que se tornou obrigatória através do decreto Federal 4.882/03 para elaboração dos levantamentos ambientais.

Um aspecto importante a ser analisado é a taxa de duplicidade (q) que varia de acordo com o critério da norma utilizada. Um valor de (q) igual a 3, significa que a cada incremento de 3 decibéis, é reduzido pela metade o tempo máximo de exposição permitido. No Brasil segundo a NR 15 (Brasil, 2019) este valor é igual a 5 dB, porém a NHO 01 determina que este valor seja igual a 3 dB. Baseado no principio da pró-atividade, destaca-se que o monitoramento ambiental de ruído e a conclusão sobre seus efeitos, avaliação de eficácia e recomendações deve ser feito pela NHO 01, que utiliza a forma que garante maior proteção ao trabalhador e

conseqüentemente os controles preventivos irão atender também os resultados obtidos na NR 15 (MORAES, 2011).

O ruído ocupacional, o qual o trabalhador está exposto no seu ambiente de trabalho, é definido pela NR 15 (Brasil, 2019), enquanto que o ruído ambiental possui regras definidas pela Resolução nº 01/90 do CONAMA e NBR 10151 (PEREIRA, 2017).

### 2.3 Conceitos e parâmetros de medição

Medições acústicas fornecem informações de frequência e de intensidade do ruído em geral referenciados em normas específicas para definir limites e os métodos de avaliação. Nesse contexto, os Limites de Tolerância (LT) referem-se à concentração de substâncias ou níveis de agentes que representam condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores pode se expor sem sofrer efeitos lesivos à saúde (MORAES, 2011). No caso do ruído a NR 15 (BRASIL, 2019) fixa 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8h. Porém, a partir de 80 dB(A) devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição, caracterizado pela NR 9 (BRASIL, 2019), como nível de ação.

O LEQ (*Level Equivalence*) ou nível equivalente é um valor expresso em dB(A) encontrado a partir da dose de ruído durante o tempo de medição realizado e fisicamente falando, é a energia acústica a que o indivíduo está realmente exposto (ROCHA; BASTOS, 2017). Expressa a relação entre diversos NPS e diferentes tempos de exposição o qual representa a integração do som durante um determinado intervalo de tempo, e de acordo com Vieira Filho (2017) pode ser representado pela equação 2:

$$Leq = 10 \log\left(\frac{1}{T}\right) \int_0^T \left[\frac{P^2(t)}{P_0^2}\right] dt \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$T$  é o tempo de integração;

$P(t)$  é a pressão acústica instantânea;

$P_0$  é a pressão acústica de referência ( $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>)

O estudo do comportamento do ruído também pode ser realizado através de monitoramentos que incluam resultados em frequência de bandas de oitava, que são faixas padrão configuradas nos equipamentos de medição (31,50Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz 4000Hz, 8000 Hz) cujo os limites são definidos de acordo com a equação 3 (ROCHA; BASTOS, 2017).

$$f_s = 2 \cdot f_i \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$f_s$  = frequência superior

$f_i$  = frequência inferior

## 2.4 Efeitos do ruído e medidas de controle

São diversos os efeitos causados pela exposição ao ruído, sejam relacionados à própria audição como fisiológicos temporários e de desempenho onde o trabalhador pode sentir alterações na respiração, no padrão dos batimentos cardíacos, tensões musculares, modificação nos diâmetros dos vasos sanguíneos e outros efeitos similares relacionados ao stress. Ainda, pode afetar o desempenho no trabalho dificultando a comunicação oral, a concentração e contribuir para alterações no sono e relaxamento mesmo fora do ambiente de trabalho (BISTAFA, 2018)

Além dos efeitos não auditivos, tem-se a perda auditiva neurossensorial por exposição ocupacional que, de acordo com Galafassi (1998), é uma diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora. A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) foi caracterizada pelo Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva como irreversível e, quase sempre, similar bilateralmente. Manifesta-se primeira e predominantemente nas frequências de 6, 4 ou 3 kHz e é influenciada pelas características físicas do ruído (tipo, espectro e nível de pressão sonora), tempo de exposição e suscetibilidade individual (HARGER; BARBOSA-BRANCO, 2004).

Como não existem tratamentos clínicos ou cirurgicos disponíveis para reverter os efeitos da PAIR, a prevenção é a melhor medida a ser adotada pelas empresas. Isso pode requerer uma abordagem colaborativa envolvendo pessoas com formação

em engenharia acústica, higiene industrial, otorrinolaringologia e audiologia para examinarem os níveis de ruído ambiental nos diversos ambientes laborais e para elaborar programas educacionais e de monitoramento para a proteção auditiva pessoal (LALWANI,2013).

Dentre esses mecanismos de controle, tem-se o Programa de Conservação Auditiva (PCA), estabelecido no anexo II da NR 7 (BRASIL, 2018), que tem papel importante na proteção da saúde do trabalhador contra os agravos provocados pelo ruído. O programa deve reconhecer e avaliar os riscos, levando em consideração os níveis de pressão sonora, produtos químicos, vibrações e outros agentes que podem interagir potencializando os efeitos. Adoção das medidas de proteção coletiva (engenharia, administrativas) e individuais, além de atividades que propiciem informação e sensibilização aos trabalhadores e o gerenciamento constante dos dados obtidos de modo a subsidiar ações de planejamento e controle do PCA.

Dentre as medidas de proteção coletiva, os controles de engenharia podem envolver: (1) cercamentos para isolar as fontes ou os receptores, (2) barreiras para reduzir a transmissão da energia ao longo do caminho, (3) distância para aumentar o caminho e, ao final reduzir a energia acústica na altura do receptor (LALWANI,2013).

Quando tecnicamente não for possível a eliminação na fonte ou na trajetória, as medidas de caráter individual devem ser implantadas e incluem a utilização de Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's) preconizados pela NR 6 (Brasil, 2018), como os protetores auriculares. Estes equipamentos devem possuir Certificado de Aprovação (CA) emitido pela Escola Nacional de Inspeção do Trabalho (ENIT) e ser o adequado ao risco de cada atividade. Os empregadores dentre outras responsabilidades devem, exigir seu uso, orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado guarda e conservação, substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado, responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica. Para uma melhor adequação dos protetores auriculares, podem ser consultados os boletins técnicos dos fabricantes que mostram a eficiência de atenuação por intensidade e por faixa de frequência. Por outro lado, a NR 6 (BRASIL, 2019) não apresenta nenhuma metodologia para o cálculo de atenuação do ruído, e esta pode ser encontrada na apenas na NBR 16077 (ABNT, 2012). O método de ensaio apresentado nesta norma (método longo) consiste em ensaios psicofísicos realizados com seres humanos, no limiar de audição, a fim de

determinar o NRR (Nível de Redução do Ruído) dos protetores auditivos, considerando o LEQ e cada faixa de banda de oitava.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir de investigação bibliográfica sobre o tema, sendo utilizada a base de dados *Google Scholar*, com artigos no período de 2000 a 2020 sendo utilizadas as palavras-chave: “ruído ocupacional”, “espectro sonoro”, “avaliação de ruído”, “efeito de exposição ao ruído”, “método de avaliação de ruído”, como também no idioma inglês. A pesquisa também abrangeu o site do *Google* por leis, normas e manuais técnicos para avaliação do ruído.

Quanto à metodologia de avaliação do ambiente do trabalho foi realizada inicialmente avaliação qualitativa por meio da observação, entrevista não estruturada e análise de documentos e registro fotográfico. Para as medições foram utilizados os equipamentos audiodosímetro Chrompack SmartdB e calibrador acústico QUEST modelo QC-10/QC-20. Na segunda fase, pós reconhecimento do ambiente, realizou-se a avaliação quantitativa do agente físico ruído, tomando como base os passos requeridos na NHO-01 (FUNDACENTRO,2001), análise dos dados através de planilhas eletrônica (*software* Microsoft Excel), como também a utilização do *software* Chrompack®.

#### 3.1 Avaliação qualitativa

Tomando como base a pesquisa bibliográfica sobre o tema, foi realizada visita ao ambiente de trabalho da serralharia e por meio da observação, entender o processo produtivo. Nesta primeira fase, realizada no dia 11 de agosto de 2020, foram identificadas e descritas às respectivas atividades dos trabalhadores, da função “marceneiro” que corresponde ao Grupo Homogêneo de Exposição (GHE) grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante (serralheiro). Realizaram-se entrevistas individuais não estruturadas, relacionando todos os tipos de tarefas que compõem a função, em cada um dos postos de trabalho nos quais suas atividades são desenvolvidas. Durante as entrevistas, foi observada a necessidade de abranger o ambiente de análise dos trabalhadores, indo além do local inicialmente definido.

Também foi analisado estruturalmente o local de trabalho, levantando-se os primeiros entendimentos sobre a influência do espaço na execução das atividades e a relação do ruído, com base nos resultados quantitativos obtidos. Na fase de

observação e levantamento de dados documental foram identificadas algumas das medidas de proteção existentes, equipamentos de proteção individual (EPI), como também desenho do fluxo do processo e ambiente de trabalho conforme seção a seguir.

### 3.2 Local do estudo

O local de análise desta pesquisa está localizado numa Universidade Pública da Paraíba, setor de serralharia (Figura 1), onde são trabalhados materiais exclusivamente constituídos em metal. O ambiente é composto por uma área física semi aberta em alvenaria de tijolos, sem janelas, com cobertura em estrutura de madeira com telhas de fibrocimento, teto em pé-direito aproximado de 3,0 metros, iluminação e ventilação natural.

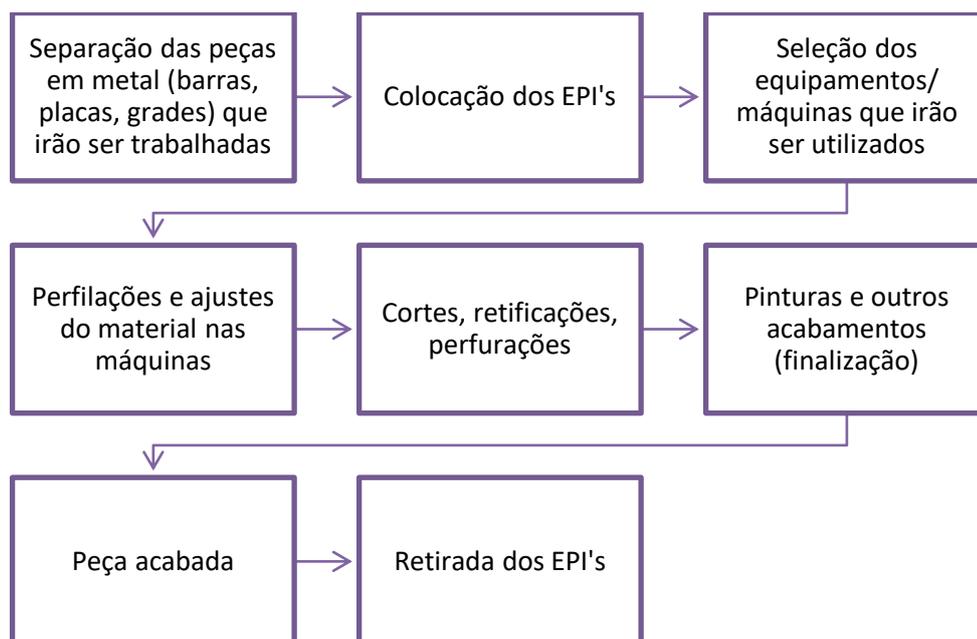
**Figura 1 – Serralharia**



**Fonte:** Autor, 2020.

Com base na avaliação do ambiente de trabalho e na análise das atividades tem-se o seguinte fluxo do processo produtivo (Figura 2), desde a preparação do posto de trabalho até o acabamento final.

**Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo da Serralharia**



**Fonte:** Autor, 2020.

Dentro do processo descrito tem-se diversos equipamentos de uso manual e com potencial de geração de ruído, dentre eles temos: máquina esmerilhadeira de baixa rotação modelo DWT (Figura 3); lixadeira industrial, BOSCH GWS 24 (Figura 4); furadeira DWT (Figura 5); furadeira Stanley (Figura 6).

**Figura 3 – Esmerilhadeira**



**Fonte:** Autor, 2020.

**Figura 4 - Lixadeira**



**Fonte:** Autor, 2020.

**Figura 5 – Furadeira DWT**

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 6 – Furadeira Stanley**

Fonte: Autor, 2020.

Ainda dentro do processo produtivo, existem equipamentos com posicionamento fixo, são eles: Máquina policorte de bancada, diâmetro 12''(Figura 7) e Máquina policorte de bancada, GCO 2000, diâmetro 12'' (Figura 8).

**Figura 7 – Policorte de bancada 01**

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 8 – Policorte de Bancada 02**

Fonte: Autor, 2020..

Dentre os equipamentos do tipo fix ou com pouca mobilidade para o trabalhador tem-se: (1) compressor de ar – figura 9 e (2) pistola de pintura – figura 10.

**Figura 9 – Compressor de ar**

Fonte: Autor, 2020.

**Figura 10 – Pistola de ar**

Fonte: Autor, 2020.

Durante o levantamento dos equipamentos, não se verificou planos de manutenção, tampouco registro de manutenção preventiva dos mesmos e na ocorrência de algum defeito/quebra, há somente manutenções corretivas. São equipamentos antigos, utilizados diariamente, alguns apresentam desgaste no disco de corte, ausência de proteção, dentre outros potenciais geradores de perigo.

Dentre a medida de proteção existente, a de caráter individual voltada para proteção do agente físico ruído, são: (1) protetor auditivo tipo concha, CA 4398, protetor auditivo tipo concha, CA 29176 , com nível de atenuação de ruído descritos nos boletins técnicos (anexo C e D). Não foram identificados Programas de Controle Auditivo (PCA) ou manutenções periódicas no EPI's, sendo observada ausência de cuidados e limpeza além de aspectos de ressecamento. No ambiente de trabalho, são inexistentes as medidas de proteção coletivas para controle do ruído.

### 3.3 Avaliações quantitativas

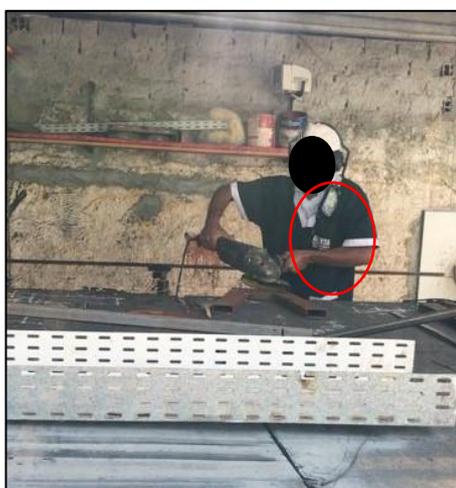
A verificação de ruído de modo quantitativo foi efetuada nos dias 11, 12, 14, 17, 19, 20 de agosto e 04 de setembro de 2020. Na primeira fase identificou-se as fontes geradoras de ruído como máquinas e ferramentas presentes no setor da serralharia e realizadas medições individuais separadamente por equipamento em funcionamento, isolando o ruído de fundo, como também fontes secundárias, a exemplo do compressor, que não são manuseados pelos trabalhadores, mas foram

observadas nessa análise. Na fase 2, foram realizadas duas dosimetrias de ruído, por trabalhador do mesmo grupo homogêneo “serralheiro”, totalizando quatro medições, dias 14, 17, 19 e 20 de agosto de 2020.

### 3.3 Metodologias e Instrumental

A FUNDACENTRO (2001), através da NHO 01, recomenda que, ao utilizar um medidor integrador de uso pessoal (dosímetro), aparelho escolhido para as medições desta pesquisa, deve se realizar os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, fixa-lo no trabalhador, sobre o ombro, preso na vestimenta, dentro da zona auditiva ( $150\text{ mm} \pm 50\text{ mm}$  a partir da entrada do canal auditivo) e adotar as medidas necessárias para prevenir interferências nos resultados. Além disso, deve-se também, determinar o tempo efetivo de medição, quando não for coberta a jornada integral de trabalho, representando as condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto do estudo. Seguindo os orientados pela norma, foram realizados os devidos procedimentos, conforme pode ser observado nas Figuras 11 e 12.

**Figura 11 – Posicionamento do aparelho para dosimetria 1 e 3**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 12 – Posicionamento do aparelho para dosimetria 2 e 4**



Fonte: Autor, 2020.

Na fase 1, foram realizadas medições individuais nos equipamentos da serralharia, durante o período de funcionamento, na execução de procedimentos como cortes, retificações, perfurações, e compreendeu o intervalo de tempo entre 00h:01m:20s e 00h:02m:44s. Foi avaliado as frequências emitidas por estes

equipamentos e os níveis em decibéis mais relevantes para o tempo de medição , parâmetro LEQ (A).

Na fase 2, foram efetuadas quatro avaliação durante a jornada de trabalho (medição global) com tempo de amostragem de 75% da jornada de trabalho, entre 3h14min e máximo de 3h25min, que devido a Pandemia de COVID 19, encontrava-se em 4 horas diárias. Foram analisadas as possíveis frequências geradas e o nível global da exposição no parâmetro LEQ (A) com a adoção dos equipamentos da serralaria funcionando em diversos períodos de trabalho.

Quanto ao aparelho utilizado para o monitoramento, tipo dosímetro, a NHO 01 da FUNDACENTRO (2001) recomenda que sejam de classe 2, ajustados aos parâmetros, circuito de ponderação - "A", circuito de resposta - lenta (*slow*), critério de referência de 85 dB(A), nível limiar de integração de 80 dB(A), faixa de medição mínima de 80 a 115 dB(A), incremento de duplicação de dose ( $q = 3$ ), indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB(A).

Para monitoramento de ruído, o equipamento utilizado foi do tipo medidor integrado de uso pessoal, audiodosímetro Chrompack SmartdB (Figura 13), série 0000002178 fabricado de acordo com as normas ANS- S1.25, IEC 60804, IEC 61672-3, IEC60651, IEC 61652, IEC 61260 E ABNT NBR 16077, devidamente calibrado em 09/04/2019, sob certificado nº 103.456 (anexos A). Todas as medições foram ajustadas com calibrador acústico QUEST modelo QC-10/QC-20, também calibrado (anexo B), no início e no fim do período de medição. Registro de leituras a cada 30 segundos e parâmetros ajustados de acordo com o prescrito na NHO 01. O audiodosímetro foi também configurado para leituras em bandas de oitava sendo possível analisar o nível de ruído expresso em diferentes frequências.

**Figura 13 – Calibrador (à esquerda) e audiodosímetro**



Fonte: Autor, 2020.

### 3.4 Análise e interpretação dos dados

Os dados coletados foram extraídos a partir do *software freeware CPKns Chrompack®* gerando os relatórios de medição (anexo E ). Apesar da possibilidade de configuração dos dados referenciados nas normas NHO 01 e NR 15, nesta pesquisa deteve-se apenas a análise dos resultados da primeira, expressa no campo do relatório “dosímetro 01”.

Outro fator relevante foi a escolha de parâmetros específicos LEQ (A) com ponderação em bandas de oitava, para o direcionamento do objeto de estudo desta pesquisa. Também foi analisado o nível de atenuação dos protetores auriculares utilizados pelos trabalhadores, dado obtido de forma automática pelo *software freeware CPKns Chrompack®* com a inserção do CA e respectivos NRRsf a partir da frequência de 125 Hz, informados pelos fabricantes nos boletins técnicos (anexo C e D).

Quanto a denominação “dosimetria” apesar de ser mencionada no decorrer do trabalho, os resultados não foram trabalhados sob o aspecto de “dose”, representam apenas valores referentes a um tempo de exposição significativo da jornada de trabalho.

A avaliação individual e interferência do tempo de uso são discutidos na seção a seguir.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

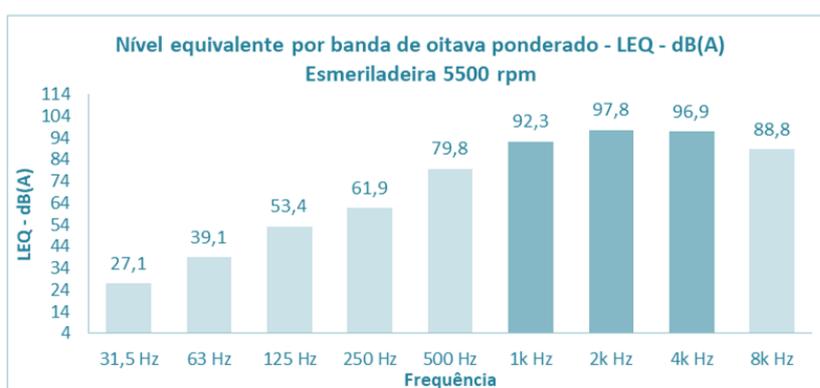
Com base na coleta de dados do equipamento, foram obtidas as frequências em banda de oitava e nível em decibéis equivalente, da esmeriladeira, lixadeira, máquinas furadeiras, máquinas do tipo policorte de bancada, compressor e pistola de ar.

### 4.1 Espectro sonoro dos equipamentos da serralharia com a atenuação do EPI

#### 4.1.1 Esmeriladeira

Os dados obtidos quando utilizada a esmeriladeira, durante o corte em tubo retangular de aço (metalom) 7cm x 3cm, mostrou predominância do LEQ – dB(A) no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz com intensidade superior de 97,8 dB(A) para a frequência de 2kHz (Figura 14).

**Figura 14 – LEQ - dB(A) em bandas de oitava: esmeriladeira**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Apesar dos altos níveis encontrados nas três principais frequências, a atenuação oferecida pelo protetor descrito cumpre com o objetivo, reduzindo o NPS para valores esperados, como pode ser observado na Tabela 1.

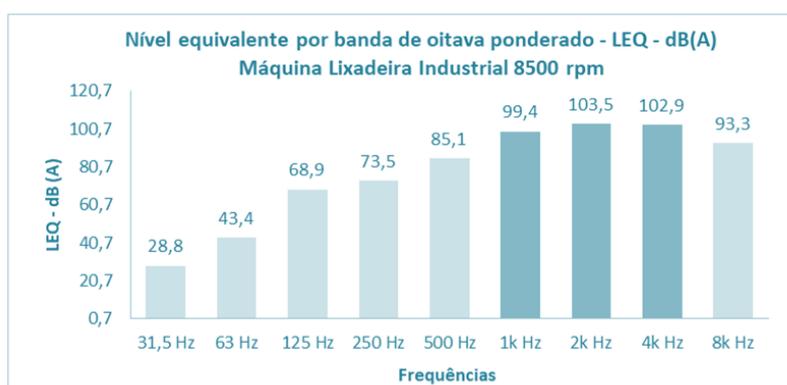
**Tabela 1 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398)**

<b>Frequências</b>	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	50,4	55,9	71,8	71,3	72,8	64,9	64,8

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.1.2 Lixadeira

No equipamento lixadeira o LEQ – dB(A), no procedimento de acabamento (rebaste) em tubo retangular em aço, mostrou-se relevante no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz com intensidade superior de 103,5 dB(A) para a frequência de 2kHz (Figura 15).

**Figura 15 – LEQ - dB(A) em bandas de oitava: lixadeira**

Fonte: Chrompack® (adaptado)

Constata-se, através da Tabela 2, que o EPI utilizado quando da utilização da lixadeira oferece uma atenuação satisfatória nas principais frequências mencionadas.

**Tabela 2 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398)**

<b>Frequências</b>	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	65,9	67,5	77,1	78,4	78,5	70,9	69,3

Fonte: Chrompack® (adaptado)

### 4.1.3 Furadeira Stanley

Os dados obtidos para a furadeira (tipo 1), durante o processo de perfuração em barra circular de ferro, mostrou predominância do LEQ – dB(A) no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz, com intensidade superior de 81,3 dB(A) na frequência de 2kHz (Figura 16).

**Figura 16 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: furadeira Stanley**



Fonte: Chrompack® (adaptado).

De acordo com os dados obtidos através da redução oferecida pelo protetor mencionado na Tabela 3, a proteção assumida mostra-se eficaz nas faixas de frequências mencionadas.

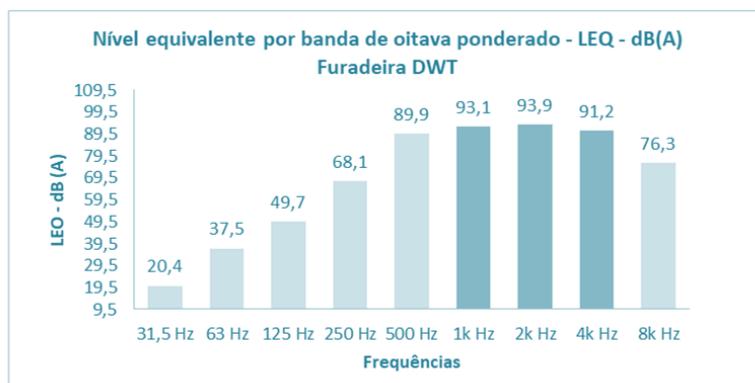
**Tabela 3 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176)**

Frequências	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	43,7	47,9	50,5	43,8	51,0	60,5	47,6

Fonte: Chrompack® (adaptado)

### 4.1.4 Furadeira DWT

Com relação à furadeira (tipo 2), no procedimento de perfuração em alvenaria, foram encontrados resultados do LEQ em dB(A) no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz com intensidade superior de 93,9 dB(A) para a frequência de 2kHz (Figura 17).

**Figura 17 – LEQ- dB (A) em bandas de oitava: furadeira DWT**

Fonte: Chrompack® (adaptado)

Apesar dos níveis consideráveis nas principais frequências em destaque e aquelas vizinhas, de acordo com a Tabela 4, o protetor utilizado oferece uma atenuação esperada, enquadrando a exposição para valores aceitáveis.

**Tabela 4 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176)**

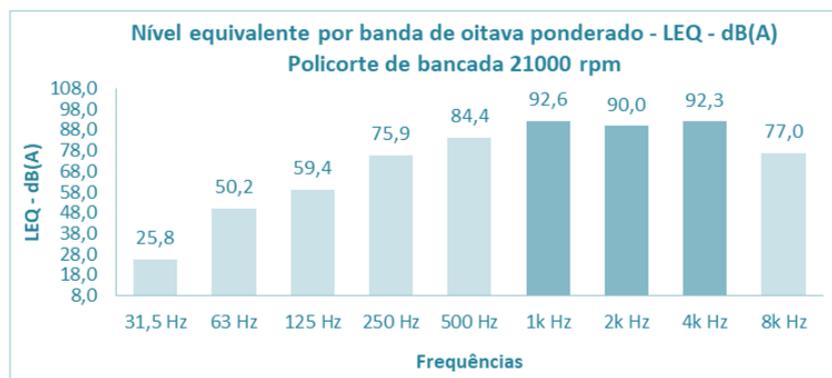
Frequências	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	45,7	58,1	71,9	65,1	64,9	70,2	57,3

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.1.5 Policorte de bancada (tipo 01)

Os dados obtidos quando utilizada a máquina policorte de bancada, no processo de corte em cantoneira de aço tipo L, os resultados mais relevantes do LEQ – dB(A) também foram encontrados no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz com intensidade superior de 92,6 dB(A), diferenciando-se para a frequência de 1kHz (Figura 18). Estudos realizados por (DE PAIVA, 2016) também encontraram que as frequências naturais de equipamentos do tipo serra circular estão compreendidas entre 1 – 3 kHz.

**Figura 18 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: policorte de bancada 01**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Como pode ser observado na Tabela 5, apesar dos altos níveis nas três principais frequências, a proteção individual mencionada, mostra-se eficaz na atenuação do ruído e minimização dos seus efeitos de exposição.

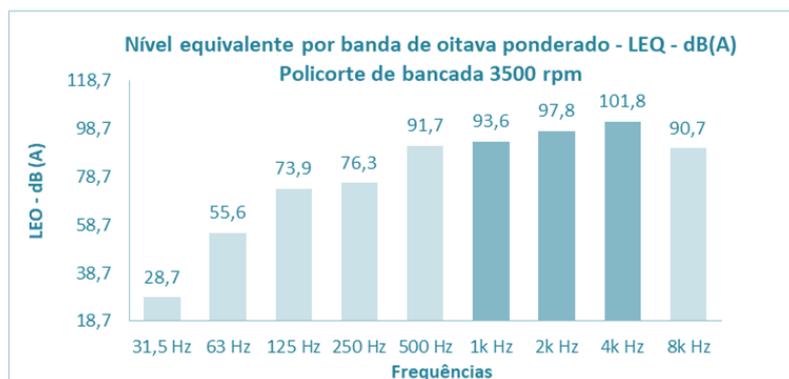
**Tabela 5 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398)**

Frequências	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	56,4	69,9	76,4	71,6	65,0	60,3	53,0

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.1.6 Policorte de bancada (tipo 02)

Com relação à máquina policorte de bancada (tipo 02), durante corte em barra circular lisa em aço, também foi encontrado no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz os maiores picos de LEQ (A), com intensidade superior de 101,8 dB (A) na frequência de 4kHz como pode ser observado no gráfico da figura 19.

**Figura 19 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: policorte de bancada 02**

Fonte: Chrompack® (adaptado)

Constata-se, através da tabela 6, que o EPI utilizado atenua nas três principais frequências listadas. Entretanto, para 500 Hz, que também merece destaque pelo alto valor de LEQ encontrado, o nível atenuado encontra-se acima do nível de ação 80 dB(A), e bem próximo ao limite de tolerância 85 dB(A). Isto significa, que o EPI para estas exposições, mostra-se ineficaz, desconsiderando ainda os efeitos de envelhecimento e ausência de manutenção que podem diminuir ainda mais a eficiência do protetor.

**Tabela 6 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 4398)**

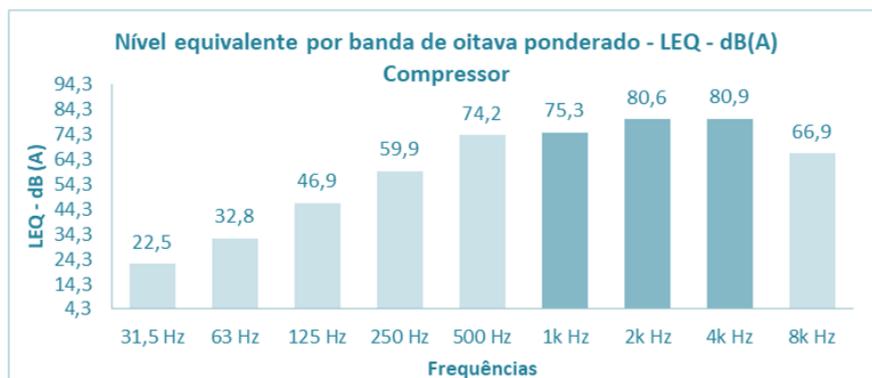
Frequências	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	70,9	70,3	83,7	72,6	72,8	69,8	66,7

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.1.7 Compressor

Os dados obtidos com compressor ligado mostrou predominância do LEQ – dB(A) no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz com intensidades superiores de 80,9 dB(A) e 80,6 dB(A) para a frequência de 4kHz e 2kHz respectivamente, considerando neste caso específico a irrelevante diferença em decibéis (0,3 dB(A)) entre as frequências (figura 20).

**Figura 20 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: compressor**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Quando observada a tabela 7, é possível inferir que o protetor pode ser utilizado para frequências relevantes do equipamento e que apesar de não apresentar valores de LEQ tão significativos, se comparado aos demais, faz-se necessário a utilização da proteção individual para garantia de uma boa saúde auditiva a longo prazo de exposição.

**Tabela 7 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176)**

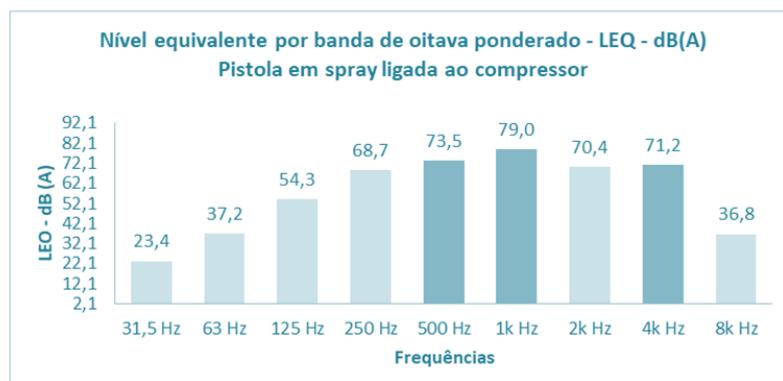
Frequências	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	43,9	53,9	66,2	54,3	55,6	49,9	42,9

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.1.8 Pistola para pintura em spray

Quando utilizada a pistola em spray para pinturas ligada ao motor do compressor obteve-se predominância do LEQ – dB(A) nas frequências de 500Hz, 1kHz e 4kHz com intensidade superior de 79 dB(A) na a frequência de 1kHz (figura 21), mostrando um padrão de frequências e picos diferentes dos demais.

**Figura 21 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava: pistola em spray**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Este caso que é similar ao compressor, e por razão da pistola em spray ser acoplada neste equipamento, de acordo com a tabela 8 os níveis de exposição encontram-se abaixo do nível de ação, podendo ser dispensado o uso do protetor de acordo com as normas NR 9 (Brasil, 2019) e Anexo I da NR 15 (Brasil, 2019). Por outro lado, em razão de mudanças no processo produtivo ou acréscimo de fontes de ruído externas, a exposição pode ser aumentada e portanto deve ser mantida a utilização do EPI para a devida proteção oferecida ao trabalhador.

**Tabela 8 – Resultado obtido com atenuação (protetor auditivo CA 29176)**

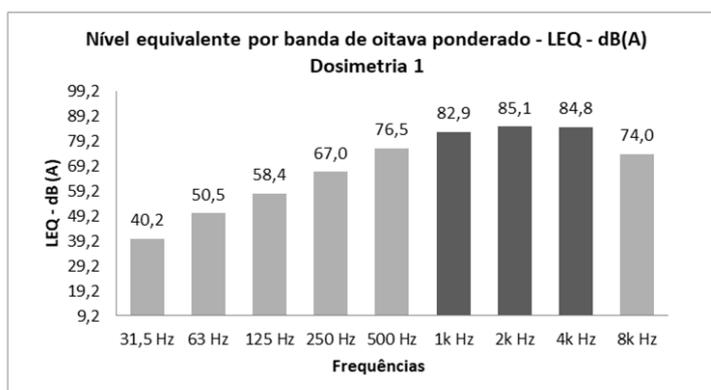
Frequências	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Proteção assumida pelo fabricante dB (A)	50,3	58,7	55,5	51,0	41,4	50,2	17,8

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.2 Avaliações globais com atenuação do EPI

Os dados obtidos quando realizadas medições globais de 1 (um) a 4 (quatro) mostram predominância do LEQ – dB(A) no intervalo de frequência de 1kHz a 4kHz, como pode ser observado nos gráficos (figuras 22 a 25). Com relação ao nível de intensidade, figura 22, o gráfico mostra um pico na frequência de 2 kHz, variando apenas em 0,3 dB(A), para a vizinha à sua direita, o que representa que em 4kHz também temos um valor significativo.

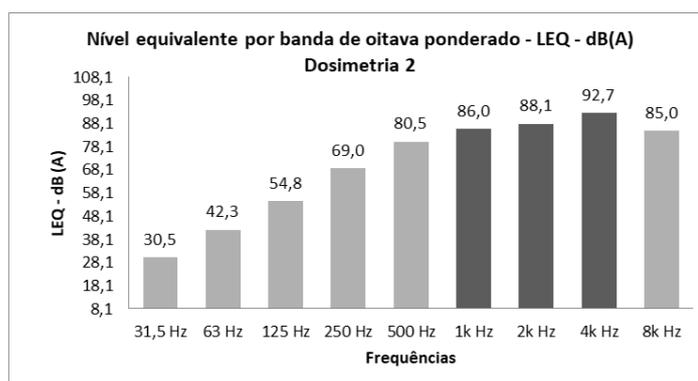
**Figura 22 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 1)**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Na Figura 23, observa-se o mesmo intervalo de frequência predominante, porém, um elevado índice de intensidade no valor de 92,7 dB(A) que supera as demais amostras. Fato este que pode ser explicado pela utilização das fontes que gera maior emissão de ruído, as máquinas lixadeiras e policorte, incrementando entre 4,5 de 7,6 dB(A) se comparado aos demais picos de LEQ dB(A).

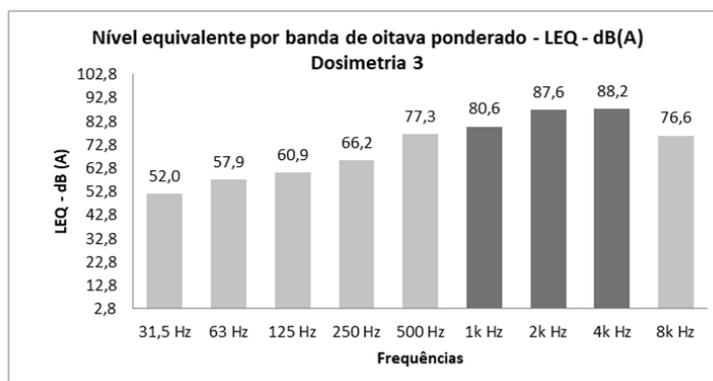
**Figura 23 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 2)**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Como pode ser observado no gráfico da Figura 24, também tem-se em 1kHz a 4kHz os três maiores níveis em LEQ (A), porém, é importante ressaltar que em 2 kHz e 4 kHz os valores se sobressaem apresentando uma diferença dos demais em apenas 0,6 dB(A) entre eles. Outro fator, é que em 500 Hz e 8 kHz há também picos que embora estejam abaixo do nível de ação faz o gráfico se elevar nestas cinco últimas frequências.

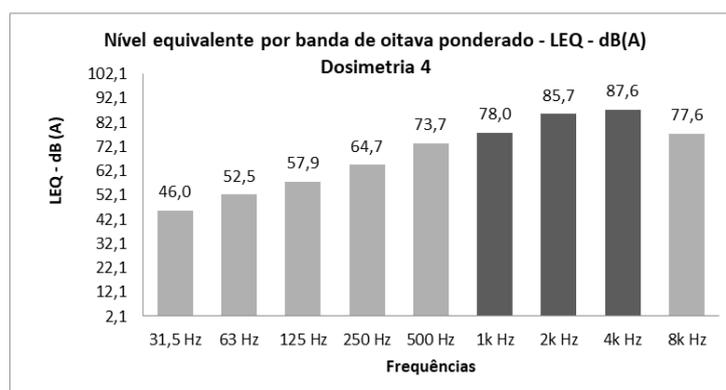
**Figura 24 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 3)**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

Repetindo-se o mesmo destaque das frequências, com pico de intensidade em 87,6 dB(A), assim como ocorre no anterior, na figura 25, também observa-se relevância em 2 kHz e 4 kHz pois os valores se distanciam das vizinhas evidenciando estas frequências frente as demais. Com relação a 500 Hz, neste último gráfico o valor é menor, mas já em 8 kHz ocorre uma elevação que se diferencia em apenas 0,4 dB(A), da primeira destacada.

**Figura 25 – LEQ - dB (A) em bandas de oitava (avaliação global 4)**



Fonte: Chrompack® (adaptado)

De maneira geral, pode-se avaliar nas quatro dosimetrias que os valores de maior referência em LEQ – dB(A) estão entre 85 e 88 dB(A), exceto no gráfico da Figura 23, como mostrado anteriormente. Assim, do ponto de vista da exposição é possível que o avaliador, ao fazer uma única amostra, encontre valores neste intervalo não sendo então captada a pior condição do trabalhador.

Porém, mesmo com os valores acima do limite de tolerância e a elevação mais importante mostrado Figura 23, se adotada a proteção individual descrita na Tabela 9, todos os picos de frequências são atenuados, enquadrando os valores para dentro do nível de ação. Assim, minimizados os resultados de exposição por frequência nas avaliações globais, este protetor auditivo pode ser utilizado pelo trabalhador durante a sua jornada de trabalho.

**Tabela 9 – Resultados globais obtidos com atenuação (protetor auditivo CA 4398)**

Avaliação	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
<b>Proteção assumida dB (A)</b>							
<b>Dosimetria 1</b>	55,4	61,0	68,5	61,9	60,1	52,8	50,0
<b>Dosimetria 2</b>	51,8	63,0	72,5	65,0	63,1	60,7	61,0
<b>Dosimetria 3</b>	57,9	60,2	69,3	59,6	62,6	56,2	52,6
<b>Dosimetria 4</b>	54,9	58,7	65,7	57,0	60,7	55,6	53,6

Fonte: Chrompack® (adaptado)

#### 4.3 Avaliação das intensidades de ruído com atenuação do EPI

Levantou-se os níveis de ruído dos equipamentos em separado para melhor entender sua relação de causalidade e análise mais aprofundada das possíveis ações de controle. Como pode ser observado na Tabela 9, os equipamentos utilizados na serralharia geram intensidades de ruído principalmente: esmeriladeira, lixadeira e policorte tipo (02), todos acima de 100 dB(A). Para estes valores, a NHO 01 (2001) recomenda tempos de exposição diária ( $T_n$ ) abaixo de 15 minutos. Resultados semelhantemente altos foram encontrados por Davanzo (2013), avaliando em 91 dB(A) o nível da lixadeira em processo de rebaste em ferro. Por Vieira (2017) em 96,7 dB(A) numa lixadeira angular com pico frequência de 4kHz e 98,6 dB(A) e na serra policorte de alumínio de 109,7 dB(A) na frequência de 4kHz. Numa lixadeira de fita, estudos realizados Claudino (2017) em uma empresa do Paraná obtiveram os valores de 90 dB(A). Avaliações em armadores da construção civil que utilizam a policorte para corte de ferragem apresentam valores em torno de 100 dB(A) na frequência de 4kHz acometidos por perda auditiva quando combinadas a ruídos contínuos (MAIA, 1999).

A máquina policorte tipo 01 e a furadeira DWT também apresentam LEQ dB(A) consideráveis, em torno de 97 a 98 dB(A), e de acordo com a mesma norma, a estes níveis, os trabalhadores poderão estar expostos abaixo de 30 minutos por dia. A furadeira Stanley, compressor e pistola em spray, apresentaram resultados abaixo do limite de tolerância (LT) de 85 dB(A).

Por outro lado, como também podemos observar na tabela 10, os valores de LEQ dB(A) são atenuados de acordo com NRR do protetor auditivo utilizado pelo trabalhador. E assim, é possível perceber que 75% dos resultados foram levados para abaixo do nível de ação, mostrando-se os respectivos EPI's eficazes quando da utilização destes equipamentos. O mesmo não ocorre com a lixadeira e policorte tipo 02, pois o LEQ dB(A) com atenuação encontra-se bem acima do nível de ação e próximo ao limite de tolerância, mostrando que o CA (4398) apresenta limitação de proteção, podendo expor ao trabalhador a um nível de ruído prejudicial a sua saúde mesmo com a proteção.

**Tabela 10 – Valores de LEQ dB(A) para os equipamentos**

Equipamento	LEQ - dB(A) exposição	LEQ - dB(A) com atenuação	EPI utilizado
Esmeriladeira	101,2	77,3	Protetor auditivo CA (4398)
Lixadeira	107,2	83,5	
Furadeira Stanley	84,6	61,9	Protetor auditivo CA (29176)
Furadeira DWT	98,3	75,3	
Policorte de bancada (tipo 01)	96,8	78,6	Protetor auditivo CA (4398)
Policorte de bancada (tipo 02)	104,0	84,9	
Compressor	84,7	67,1	Protetor auditivo CA (29176)
Pistola em spray	80,9	61,6	

Fonte: Autor, 2020.

Com relação aos níveis de intensidades encontrados nas dosimetrias, podemos observar valores globais de exposição significativos que se são explicados pela utilização das fontes de ruído listadas anteriormente. Conforme pode ser observado na tabela 10, as dosimetrias 1, 3 e 4 apresentam resultados próximos entre si, variando no máximo de 2,1 dB(A). Na dosimetria 2, observa-se um pico significativo já esperado devido as análises das frequências discutidas no campo 4.1, deste trabalho. O LEQ com alta equivalência, no valor de 92,1 dB(A), para a função de serralheiro também foi obtido por Coelho (2018).

Apesar dos altos resultados obtidos, com a adoção do CA (4398) é possível obter valores globais abaixo do nível de ação, oferecendo adequada proteção ao trabalhador.

**Tabela 11 – Valores de LEQ dB(A) para os avaliações globais**

<b>GH</b>	<b>LEQ - dB(A) exposição</b>	<b>LEQ - dB(A) com atenuação</b>	<b>EPI utilizado</b>
<b>Dosimetria 1</b>	89,4	70,6	Protetor tipo concha CA (4398)
<b>Dosimetria 2</b>	95,1	74,4	
<b>Dosimetria 3</b>	91,5	71,3	
<b>Dosimetria 4</b>	90,2	68,5	

Fonte: Autor, 2020.

#### **4.4 Avaliação individual do equipamento versus avaliação global**

Com base no resultado dos equipamentos citados, o intervalo de frequência predominante esteve entre 1 a 4 kHz, desconsiderando pequenas variações observadas em alguns equipamentos específicos. Estas frequências mostram-se problemáticas por se encontrarem na faixa de maior sensibilidade do ouvido humano (2 – 5 kHz) (DE PAIVA, 2016). As células ciliadas responsáveis por responder sons nas frequências entre 4 e 6kHz são particularmente mais susceptíveis a ruídos intensos (BISTAFA, 2018). Outra explicação fisiológica foi dada por Lalwani (2013) que usa o termo “gota acústica dos 4 kHz”, para a principal frequência causadora de danos ao sistema auditivo que ocorre como resultado da exposição da platina do estribo sobre a extremidade de alta frequência da membrana basilar e a frequência de ressonância do canal auditivo que, amplifica sons de alta frequência.

Estudos realizados com 11 trabalhadores do setor de Serralharia mostraram que os danos no aparelho auditivo se concentravam nas frequências 3, 4, 6 e 8kHz percebeu-se o uso do EPI como única medida preventiva (DA COSTA et al., 2015) .

Por outro lado, a análise dos NPS dos equipamentos, mostraram-se importantes para o reconhecimento das fontes mais prejudiciais no setor da Serralharia, por emitirem os maiores níveis de ruído. Assim, sabe-se quando utilizadas a Lixadeira e Policorte de Bancada no período total da jornada de trabalho ou quando há um uso mais frequente, a avaliação global será alterada

drasticamente, elevando as dosimetrias para valores acima do encontrado nos demais equipamentos.

Essa situação deve ser foco de atenção do supervisor da atividade para que, nos dias em que algum desses equipamentos sejam solicitados por longo período da jornada, não altere a avaliação global e inviabilize a proteção (EPI) definida. Por outro lado, a avaliação de ruído global deve prever todos os equipamentos utilizados para que a dosimetria represente o valor mais próximo da realidade avaliação da frequência e intensidade mais relevante, conforme cita a NHO-01 (2001):

“O conjunto de medições deve ser representativo das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto do estudo. Desta forma, a avaliação deve cobrir todas as condições, operacionais e ambientais habituais, que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções.”

Ao contrário de uma indústria onde o processo é pouco flexível, o reconhecimento prévio do fluxo de trabalho, onde as atividades podem variar a depender da demanda do setor, deve ter total atenção. Portanto, há de se reconhecer todos os ciclos de exposição mesmo que pouco frequentes pois, pode haver alterações de processo temporários que influenciem no resultado de avaliação e, conseqüentemente, definição de medidas de controle eficaz (EPI).

Uma sugestão que pode reduzir o erro de coleta é realizar uma análise qualitativa, por meio de observação, por um período maior, onde seriam reconhecidas as variâncias de processo ao longo tempo. Ainda sobre o tema de coleta prévia é de suma importância uma entrevista previamente estruturada com perguntas de interesse, para identificar as atividades eventuais que ocorrem em períodos sazonais onde há a utilização de um determinado equipamento, estas muitas vezes não são foco de observação/reconhecimento dos profissionais que, avaliam pontualmente a atividade realizada no momento da avaliação de ruído.

#### **4.5 Controles coletivos e individuais**

Sob um ponto de vista macro, as medidas de prevenção do risco são preconizadas pela NR 01 (Brasil, 2019), que estabelece a seguinte hierarquia de controle: (1) eliminação dos fatores de risco, (2) adoção de proteção coletiva (3)

adoção de medidas administrativas e de organização do trabalho (4) proteção individual. A análise espectral, através do conhecimento das bandas de frequência com níveis mais intensos de ruído, mostra-se importante para estabelecer medidas de segurança, facilitando assim na elaboração de projetos de atenuação dos níveis sonoros.

Analisando as características dos equipamentos, sendo eles geralmente móveis ou que seja preciso introduzir partes para o corte, torna-se difícil a aplicação de controles de engenharia, através da instalação de barreiras ou isolamento físico como enclausuramento. Também medidas na trajetória como o distanciamento da fonte. Assim, na impossibilidade de eliminar o risco na fonte, é possível elaborar projetos que minimizem as emissões. Tais projetos devem incluir, além de outros itens, a manutenção periódica dos equipamentos que garante um bom funcionamento das peças, através de trocas, reparos e lubrificações adequadas, evitando assim a ocorrência de sons indesejáveis. A análise das frequências, possibilita a detecção de sons fora dos padrões esperados, que ocorrem por presença de defeitos ou ausência de manutenção. Assim, monitorando as fontes de emissão de ruído também é possível contribuir para um eficaz controle de manutenção.

É conveniente citar que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 14, por meio da Resolução n o 002, de 8 de março de 1990, instituiu o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - Silêncio, com alguns objetivos, dentre eles: d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc. Tal resolução, mostra a preocupação das autoridades com o problema de saúde pública no que concerne a poluição sonora e a necessidade de medidas que busquem a utilização de fontes de ruído menos danosas.

Dentre as principais causas das máquinas ficarem mais barulhentas ao longo do tempo tem-se dentes, engrenagens, rolamentos desgastados provocando vibrações e ruídos, chiados nas transmissões por correias, lubrificação deficiente que se manifesta através de ruídos incômodos de alta frequência, devido ao atrito seco, desbalanceamento de elementos rotativos que se manifesta como vibração excessiva e ruído, dispositivos de corte não afiados e com dentes tortos ou desgastados que tornam a tarefa mais lenta e barulhenta (BISTAFA, 2018).

Num estudo desenvolvido na Austrália pelo, onze ferramentas de corte (incluindo furadeiras, serras circulares, plainas e lixadeiras) foram testadas antes e depois da manutenção de rotina, realizada num centro comercial de manutenção de ferramentas. O nível médio de ruído a 0,5m, foi de 94 dB(A) antes e 92 dB(A) depois quando se notavam mais chiados e sons de apito. Foram medidas reduções de até 7 dB(A). Embora essa redução média não tenha sido muito importante, representa 60% da energia sonora emitida antes da manutenção (THE SAFETY LINE INSTITUTE apud BISTAFA, 2008)

Partindo para os controles de carácter individual, foi percebido através da análise das atenuações oferecidas pelos protetores auriculares que os mesmos apresentam limitações. As empresas em geral, optam tecnicamente por um protetor levando em consideração apenas o grau de atenuação geral, por NPS ambiente. Situação que se mostra como um problema, pois é através da obtenção do espectro sonoro é que a escolha do EPI mostra-se eficaz para atenuar a exposição oferecida por todos os equipamentos utilizados no setor em estudo, neste caso a Serralharia.

Outro aspecto a ser considerado é que, o protetor não pode oferecer níveis de atenuação muito próximos ao de tolerância, como foi detectado anteriormente, pois corrobora o ponto de vista de Ciole et al (2005) quando trata que valores apresentados pelos fabricantes são obtidos em laboratórios sob condições “ideais”, que não correspondem à realidade do ambiente de trabalho. Deve se observar que muitas vezes estes protetores não estão sob um programa de manutenção, com trocas periódicas e reposição de peças que podem estar desgastadas e ressecadas e que provocam a diminuição da eficiência do equipamento. Também é comum, mesmo considerando altos NPS a adoção de protetores mais acessíveis financeiramente, prática que pode dificultar a utilização pelo trabalhador, por motivos de desconforto, além do acelerado desgaste. Assim, a escolha do EPI deve ser equalizada levando-se em conta fatores como a atenuação global e específica, o conforto e a viabilidade econômica.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finalizando as etapas de desenvolvimento e caracterização deste trabalho, é possível afirmar que os resultados obtidos mostram que as intensidades de ruído emitidas pelos equipamentos da serralharia são significativamente altas e distribuem-se principalmente no espectro das frequências mais agudas (1 a 4 kHz). Tais frequências são caracterizadas pela literatura como as principais causadoras de danos ao sistema auditivo.

Foi alcançado o objetivo de avaliar a atenuação obtida pelo uso dos protetores auditivos utilizados pela empresa que embora apresentem bons resultados nas avaliações globais, mostram-se ineficientes para alguns equipamentos quando analisados individualmente, corroborando com a importância das avaliações mais detalhadas que conseguem captar a pior situação de exposição do trabalhador já que as condições e/ou exposições são muito diferentes.

Posto isto, ressalta-se também com os resultados obtidos neste estudo a relevância dos programas de controle que realizem o monitoramento das fontes de ruído e inicialmente contemplem a instalação de meios de proteção coletiva. Sendo inviável, adotar formas de minimizar a exposição através de planos e registro de manutenção das fontes. E por fim, sendo o EPI uma escolha viável, que seja adequada à atividade, de acordo com as intensidades e espectro de frequências, e reforçado seu uso mesmo para situações onde o ruído não extrapole os limites. Da mesma forma é imprescindível treinamento para os trabalhadores quanto ao uso correto, trocas e acompanhamento do desgaste dos protetores para garantia de sua eficiência de acordo as informações do fabricante.

Ao finalizar este trabalho, sugere-se que estudos similares sejam realizados em conjunto com exames audiométricos para a caracterização da saúde auditiva dos trabalhadores e a verificação comparativa de possíveis perdas induzidas pelo ruído. Também é sugestiva a análise da viabilidade de controles de proteção na fonte, por meio de projetos de engenharia que visem identificar as causas de geração e irradiação sonora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16077:** Equipamento de Proteção Individual – Protetores Auditivos – Método de cálculo de nível de pressão sonora na orelha protegida Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 2012.
- ARAÚJO, S. A. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 68, n. 1, p. 47–52, 2002.
- BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. [s.l.] Editora Blucher, 2018.
- CIOTE, F. A.; CIOTE, R. F. F.; HABER, J. Análise da atenuação de ruído de protetores auriculares. **Exacta**, n. 3, p. 71–77, 2005.
- CLAUDINO, E. D. **Avaliação preliminar de ambientes de trabalho em marcenarias e movelarias de Dois Vizinhos/PR** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, , 2017.
- COELHO, T. P. B. C. **Estudo de caso: avaliação de ruído em chicoteira**. 2018.
- DA COSTA, J. B. et al. Caracterização do perfil audiológico em trabalhadores expostos a ruídos ocupacionais. **Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, v. 42, n. 3, p. 273–287, 2015.
- DAVANZO, E. P. **Avaliação das condições de trabalho do setor de rebarbação em uma pequena empresa do ramo metalúrgico e implantação de programa de segurança do trabalho**. 2013.
- DE PAIVA, A. P. D. **Desenvolvimento de ferramentas de projeto para atenuação do ruído de funcionamento em serras circulares**. 2016.
- HARGER, M. R. H. C.; BARBOSA-BRANCO, A. Efeitos auditivos decorrentes da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de marmorarias no Distrito Federal. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 50, n. 4, p. 396–399, 2004.
- MAIA, P. A. **O ruído nas obras da construção civil e o risco de surdez ocupacional**. 1999.
- MORAES, G. Normas regulamentadoras comentadas e Ilustradas. **Legislação de Segurança do Trabalho. Nova NR**, v. 36, 2011.
- PEREIRA, A. D. **Tratado de Segurança e Saúde Ocupacional-Aspectos técnicos e jurídicos-Volume I-NR-1 a NR-6**. [s.l.] Saraiva Educação SA, 2017.
- ROCHA, R.; BASTOS, M. **Higiene Ocupacional ao alcance de todos**. [s.l.] Autografia, 2017.
- VIEIRA FILHO, M. **Eficiência de protetores auditivos ao espectro de bandas de oitava e aos níveis de pressão sonora aplicados em processos de fabricação mecânica de uma empresa do PIM**. 2017.

## ANEXO A – Certificado de calibração do audiodosímetro



**CHROMPACK**  
Instrumentos Científicos Ltda.  
Desde 1996





Calibração  
NBR ISO/IEC  
17025  
CAL 0256

RBC - Rede Brasileira de Calibração

## Certificado de Calibração

Certificate of Calibration

Certificado N° 103.456

Página 1 de 7

### Laboratório de Acústica

**Dados do Cliente:**

Nome: Elseg Engenharia e Serviços Ltda  
Endereço: Rua Dr. Edessio Silva, 1266  
Cidade: Campina Grande  
Estado: PB  
CEP: 58415-270

**Dados do Instrumento Calibrado:**

Nome: Audiodosímetro	Tipo: 1	
Marca: Chrompack	N° de Identificação: Não consta	
Modelo: SmartdB	N° de Processo: 38999	
N° de Série: 000002178	Data da Calibração: 09/04/19	
N° de Patrimônio: Não consta		

**Procedimento Utilizado:**

O procedimento operacional de calibração PRO – AUD – 1200 rev.09

**Normas de Referência:**

IEC 60651: 2001 e ANSI S1.25: 1991

**Padrões Utilizados:**

Nome	N° Identificação	N° Certificado	Rastreabilidade	Data de Validade
Gerador de Funções	TAG 0064	RBC-17/0324	RBC	07/07/19
Calibrador Eletro-Acústico	TAG 0065	DIMCI 1057/2017	INMETRO	26/09/19
Barômetro	TAG 0381	LV00498-23172-18-R0	RBC	21/08/19
Termo-Higrômetro	TAG 0381(2)	097.943	RBC	05/09/19



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO PELA CGCRE DE ACORDO COM AABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 256

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC - Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios.

A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC - Cooperação Interamericana de Acreditação.

O ajuste ou reparo quando realizado não faz parte do escopo da acreditação do laboratório. Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI). O certificado de calibração poderá ser reproduzido desde que seja legível, na forma integral e sem nenhuma alteração. Os resultados apresentados neste certificado aplicam-se somente ao item calibrado e não se estendem aos instrumentos da mesma marca, modelo ou lote de fabricação. A incerteza expandida da medição declarada (U95,k) foi estimada para um nível de confiança de 95,45%. Este cálculo de incerteza é baseado no fator de abrangência (k) obtido através dos graus de liberdade efetivo (u\_eff) e tabela t-estudent.

Chrompack Inst. Científ. Ltda  
Av. Eng.º Saraiva de Oliveira, 465 - 05741-200 - Jd. Taboão - São Paulo - SP - Brasil  
Fone: 55 11 3384-9320 - www.chrompack.com.br



DOCUMENTO ORIGINAL  
SÉRIE  
060239

## ANEXO B – Certificado de calibração do calibrador

LABORATÓRIO <b>almont</b> <i>Lab</i>	<b>almont</b> BRASIL Rua Horácio de Castilho, 284 - Vila Maria Alta CEP: 02125-030 - São Paulo - SP Fone: 55 11 3488-9300 Site: <a href="http://www.almont.com.br">http://www.almont.com.br</a> CNPJ: 01.236.739/0001-60			
<b>CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO</b>				
<b>Nº 245-2019</b>				
<b>Solicitante do Serviço:</b>				
Nome:	José Cosme Neto			
Endereço:	Rua Pedro Otávio de Farias Leite, 443			
Bairro:	Jardim Paulistano			
Cidade:	Campina Grande			
CEP:	58.415-300			
	UF: PB Contato: 83 9623-1116			
				
<b>Identificação do Item:</b>				
Item:	Calibrador de Nível Sonoro			
Marca:	Quest Technologies / 3M			
Modelo:	QC-10			
N.º de Série:	QIL050008			
	Tipo: 1			
<b>Dados da Calibração:</b>				
Data da Calibração:	24-jan-19			
N.º do Processo:	19			
Procedimento de Calibração:	PC-03 REV. 11			
Normas de Referência:	IEC 942:1988			
<b>Condições Ambientais:</b>				
Temperatura:	24,9 °C			
Umidade Relativa:	42,8 %			
Pressão Atmosférica:	928,2 mbar			
<b>Método de Medição:</b>				
O sinal do calibrador acústico é medido e comparado ao Pistonphone padrão.				
<b>Padrões e Instrumentação Utilizados:</b>				
<b>Padrão</b>	<b>Código</b>	<b>Certificado nº</b>	<b>Emitente</b>	<b>Validade</b>
Power Supply	P-028	RBC2-10186-562	RBC-0307	novembro-19
Pré Amplificador	P-026	RBC2-10186-572	RBC-0307	novembro-19
Microfone	P-043	DIMCI 1440/2018	INMETRO	novembro-19
Placa DAQ	P-025	165893-101	IPT - RBC	maio-19
Barômetro Digital	P-024	M01283-18	RBC-0165	fevereiro-19
Termo-Higrômetro	P-053	LT-194 689	RBC-0281	fevereiro-19
Pistonphone	P-019	RBC2-10186-583	RBC-0307	novembro-19

Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre de acordo com a ISO/IEC 17025 sob o número 407.

Imp. 022 Rev. 02 (08-2011) 1 / 2

## ANEXO C – Boletim técnico 01



## Protetor Auditivo Modelo SPR

### C.A. 4398 - NRRsf-15 dB

Proteção do sistema auditivo conforme NR-6 e pressão sonora conforme NR-15\*

#### MONTAGEM E COLOCAÇÃO



**1** Ajuste a altura das conchas de maneira a acomodar confortavelmente a alça e a perfeita cobertura do ouvido.



**2** Retire o excesso de cabo entre a concha do abafador e o ouvido.



**3** Cuidado com a interferência de objetos como hastes de óculos ou elásticos de máscaras. Com um pequeno movimento, certifique-se de que a vedação está adequada.



**4** Certifique-se também do correto posicionamento do equipamento. Deve ser utilizado na vertical, proporcionando assim uma melhor vedação.

#### PEÇAS DE REPOSIÇÃO: CONSULTAR REVENDA LOCAL

01 - CONCHA  
02 - ESPUMA  
03 - TAMPA  
04 - ALMOFADA  
05 - ARCO



#### Manual do Protetor Auditivo SPR

Este manual atende aos quesitos da Portaria DSST\_SIT nº 452 do Ministério do Trabalho e Emprego de 20/11/2014

Protetor auditivo circum-auricular para proteção do sistema auditivo contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR-15, Anexos n.º 1 e 2, conforme NR-6 (Anexo I – C.1 a).

Aparelho constituído por conchas de material plástico, moldado anatomicamente. Concha revestida internamente de espuma e material plástico, sendo encaixada à borda uma almofada, igualmente de material plástico. Arco injetado em plástico flexível, dispondo de recursos na extremidade que proporcionam a articulação das conchas, permitindo adaptação adequada à cabeça sob pressão dos dois abafadores, aos respectivos pavilhões auriculares humanos.

Todos os materiais empregados na fabricação são atóxicos e recicláveis, não oferecendo riscos de processos alérgicos em contato com a pele dos usuários. Em casos de irritações, coceiras ou outras anomalias dermatológicas, será necessária a avaliação de um médico.

Este EPI destina-se à proteção contra ruídos e deverá ser utilizado de acordo com os valores da tabela de atenuação abaixo:

Tabela de Atenuação

Frequência (Hz):	125	250	500	1000	2000	4000	8000	NRRsf
Atenuação db:	7	10	14	29	31	38	34	15
Desvio Padrão:	2	2	3	4	3	3	5	

**Atenção:** Os valores contidos nesta tabela poderão sofrer alterações devido às mudanças das características do produto, em virtude do tempo decorrido de uso, bem como de sua utilização incorreta. Para que isto não ocorra, deverão ser seguidas as orientações contidas neste manual.

Este equipamento deverá ser armazenado em local seco e arejado, livre da ação direta dos raios solares e de substâncias químicas corrosivas, o que colocaria sua vida útil em risco.

Recomendamos que o mesmo seja transportado até o local de sua utilização, dentro de sua embalagem original ou através de outra forma adequada, protegendo o equipamento da contaminação de poeiras, fumaça ou outros agentes contaminantes.

Sua higienização deverá ser feita, periodicamente, com o uso de detergente neutro, principalmente nas partes que entram em contato com a pele. Sua secagem deverá ser em temperatura ambiente, evitando-se a secagem através de secadores ou estufas.

Caso haja deterioração das espumas e almofadas, estas deverão ser substituídas por peças originais, o que prolongará a vida útil do equipamento. Deverão ser observados, também, o estado das conchas, que não devem apresentar trincas ou rachaduras, bem como a pressão de ajuste do arco, que deverá garantir uma perfeita vedação das almofadas à cabeça. Na impossibilidade de substituição dos componentes comprometidos com o desempenho de suas funções, o produto deverá ser substituído por um novo. Disponimos de tais peças através da nossa rede de distribuidores em todo o território nacional.

O grau de conforto e de atenuação de ruído do abafador será obtido de acordo com a correta colocação do mesmo, devendo ser feita de acordo com as instruções desta embalagem.

Os protetores auditivos modelo SPR são apresentados em tamanho único, possuindo sistemas de regulagem para ajustes ao usuário, não necessitando de qualquer acessório adicional. Podem ser comercializados nas cores: preta, amarela, azul, branca e vermelha.

O nome do fabricante, a atenuação em NRRsf, o lote de fabricação bem como o C.A. do MTE, encontram-se gravados na parte externa das conchas dos abafadores, bem como nas respectivas embalagens.

#### Importante:

> Este equipamento não deverá ser utilizado juntamente com outros que interfiram na pressão de contato das conchas aos pavilhões auriculares, sob risco de redução de sua capacidade atenuadora de ruídos.

> Para garantir a eficácia deste equipamento, o mesmo deverá ser usado durante todos os períodos de exposição do usuário ao ambiente em que ficará exposto ao ruído.

> A redução dos níveis de audição proporcionados por este EPI pode dificultar a conversação no local onde está sendo utilizado, assim como impedir a audição de alarmes ou outros sinais sonoros.

> Recomendamos a verificação periódica da pressão de ajuste do arco e do estado das almofadas, o que garantirá a certeza da eficiência do equipamento.

> Prazo de validade: dois anos a partir da data de fabricação, respeitando-se as condições de armazenagem descritas neste manual.

> Vida útil: cabe ao empregador a verificação periódica do estado de conservação do protetor auditivo, respeitando as indicações contidas neste manual e determinar a vida útil do protetor auditivo. Caso não seja efetuada nenhuma manutenção no período de um ano, recomendamos a substituição do equipamento. Maiores informações podem ser obtidas através da Nota Técnica nº 176/2016 do MTE.

## MADE IN BRAZIL

Mês: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12  
Ano: 2017 2018 2019 2020 2021 2022 LOTE



**AGENA IND. DE EQUIP. DE PROTEÇÃO LTDA**  
RUA SARGENTO AQUINO, 311 - OLARIA - RJ  
CEP 21021-640 / CNPJ: 33.181.926/0001-80  
TEL.: (21) 2564-2997 - FAX: (21) 2290-7600



www.agenaepi.com.br

agena@agenaepi.com.br

## ANEXO D – Boletim técnico 02



### PROTETORES AUDITIVOS 3M 1426 C.A.: 29.176 (28/03/2021)



#### DESCRIÇÃO E APLICAÇÕES DO PRODUTO

Protetor auditivo tipo concha (circum-auricular), constituído por 2 conchas em plástico, revestidas com almofadas de espuma em suas laterais (que entram em contato com a cabeça do usuário) e no interior das conchas. Sua haste é constituída em plástico, que serve para manter as conchas firmemente seladas contra a região das orelhas do usuário. Este protetor é isento de partes metálicas.

#### CARACTERÍSTICAS

Modelo	Descrição	Cor	Peso aproximado
3M 1426	Protetor Tipo Concha	Vermelho e preto	191.5 g/par

#### DESEMPENHO

Testado de acordo com a norma ANSI S12.6:2008, Método B - Método do Ouvido Real, Colocação pelo Ouvinte - pelo Laboratório de Equipamento de Proteção Individual (LAEPI), tendo sido obtidos os Níveis de Redução de Ruído Subject Fit (NRRsf).

FREQUÊNCIA (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	NRRsf
Redução De Ruído No Ouvido (dB)	8	14	22	32	33	29	27	19 dB
Desvio Padrão (dB)	2	2	4	4	2	4	4	

\*Este protetor foi testado somente com a haste apoiada acima da cabeça. Portanto, não deve ser utilizado com a haste rebatida (na nuca).

OBS: Os valores de atenuação e desvio padrão são provenientes de dados de natureza estatística, portanto é conceitualmente incorreto afirmar que um determinado indivíduo terá atenuação "igual" ao NRRsf, ou mesmo que a atenuação é "em média" igual a este valor. Quando usado como indicado, a maioria dos usuários (84%) pode obter pelo menos este nível de redução de ruído apresentado.

3M Segurança Pessoal  
Disque Segurança: 0800 550705  
[www.3Mbr.com.br](http://www.3Mbr.com.br)  
[www.youtube.com/3Mbr](http://www.youtube.com/3Mbr)  
Revisado em Maio/2018



## ANEXO E – Relatório de avaliação (exemplo)

### Relatório de dosimetria de ruído

#### Dados da Avaliada

Empresa:

Endereço:

Data da avaliação: 12/08/2020

#### Dados do Avaliado(a)

Avaliado(a): MÁQUINA ESMERILADEIRA 5500 RPM

#### Dados do Avaliador(a)

Empresa:

Avaliador(a):

Resumo da dosimetria com audiodosímetro CHROMPACK SmartdB nº de série: 000002178

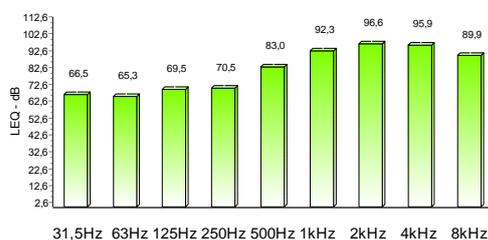
Dosímetros	Nível de Critério	Nível Limiar	Taxa de dobra	Ponderação em Frequência	Ponderação Temporal
Dosímetro 01	85 dB	80 dB	3 dB	A	Slow

Data da Medição:	12/08/2020	Tempo de amostragem:	00:02:38
Jornada de trabalho:	08:00	Tempo em pausa:	00:00:00
Calibração de campo @1kHz:		Eventos:	
Inicial: 114,0 dB	@ 12/08/2020 / 09:50:48	Início: 09:52:50	Final: 09:55:28
Final: Sem, dB	@ 12/08/2020 / 09:55:35		
Desvio:			
Calibração do audiodosímetro:	Data: 09/04/2019		
	Nº cert:		

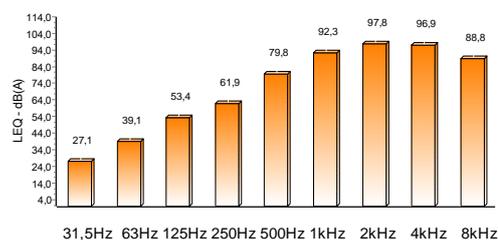
#### Resultados Dosímetro 01

LAVG: 101,2 dB(A)      LMAX: 107,4 dB(A)  
 LEQ: 101,2 dB(A)      LMAX Time: 09:54  
 TWA: 78,6 dB(A)

Nível equivalente por banda de oitava - LEQ - dB



Nível equivalente por banda de oitava ponderado - LEQ - dB(A)



Registro de Campo:

Resultado com a utilização do EPI - Cálculo pelo método longo ABNT NBR 16077

Tipo de protetor auditivo	Nº do CA	Validade	Proteção assumida - dB(A)							
			LEQ	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Concha	4398	02/05/2023	77,3	50,4	55,9	71,8	71,3	72,8	64,9	64,8

Comentários: