

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**RAFAEL HARBS LOPES**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE UMA MONTADORA E DOS  
PROTETORES AUDITIVOS FORNECIDOS**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2014**

**RAFAEL HARBS LOPES**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE UMA MONTADORA E DOS  
PROTETORES AUDITIVOS FORNECIDOS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Segurança e Saúde do Trabalho, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Matoski

**CURITIBA  
2014**

# **RAFAEL HARBS LOPES**

## **AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE UMA MONTADORA E DOS PROTETORES AUDITIVOS FORNECIDOS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara (Orientador)  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Curitiba  
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico a todos meus amigos e familiares, e a todos os professores que dedicaram-se a nos transmitir o conhecimento adquirido.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me dar coragem para lutar na conquista dos meus sonhos.

Aos meus pais Edson Reinaldo Lopes e Roseli Harbs Lopes, que me deram educação e são à base de todo meu crescimento como pessoa e que tanto me incentivaram durante a realização deste curso. A minha irmã Letícia Harbs Lopes pelo apoio.

Agradecer muito ao meu orientador, pela dedicação e competência e que me ajudou a chegar à conclusão desse trabalho, sempre buscando soluções para os momentos de dificuldade.

A Engenheira de Segurança do Trabalho Lucrécia Buba, da Look do Brasil, que permitiu que eu utilizasse os dados para o trabalho e me ajudou com materiais bibliográficos.

Aos professores examinadores da banca, que se disponibilizaram a participar.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná que me deu toda a estrutura e a possibilidade para a especialização.

Aos professores do curso de especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho pelo conhecimento e formação.

Aos bons colegas de turma pela amizade e convívio, no qual compartilhamos momentos de felicidades e de dificuldades durante o curso.

Aos meus amigos que não são do meio universitário, mas que me ajudaram também de certa forma.

E a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma no desenvolvimento deste trabalho, meu muito obrigado.

Educai as crianças, para que não  
seja necessário punir os adultos.  
(Pitágoras).

## RESUMO

Várias empresas montadoras vêm instalando suas fábricas no estado do Paraná, gerando uma grande quantidade de empregos, trazendo assim o crescimento local. Empresas desse segmento devem sempre se alertar ao assunto Segurança do Trabalho, principalmente para parte de higiene ocupacional, a qual afeta diretamente na saúde dos trabalhadores. Em ambientes ocupacionais, que podem gerar ruídos elevados, é recomendado o uso de equipamentos de proteção individuais (EPIs), além de medidas para diminuição do nível de ruídos, a fim de proteger a audição dos trabalhadores expostos. Este estudo teve por objetivo mensurar os níveis do ruído ambiental produzidos em uma montadora, localizada na região metropolitana de Curitiba-PR. Os níveis de ruído foram medidos durante toda a jornada de trabalho dos funcionários de diversos setores, sendo retirado o dosímetro apenas no horário de almoço, e recolocados novamente depois. Após as medições, observou-se os valores, e em vários setores obteve-se valores acima do Nível de Ação (NA) e acima do Limite de Tolerância (LT), baseada na Norma Regulamentadora (NR 15), e para esses setores que ficaram acima, verificou-se o equipamento de proteção individual, o protetor auricular, verificando se o mesmo atenuava o suficiente, para que os valores ficassem abaixo do nível de ação. Conclui-se que os EPIs fornecidos pela empresa tem atenuação suficiente para os NPS avaliados nos setores, sendo necessário apenas no setor Solda LWS, realizar a substituição do protetor auditivo modelo pré-moldável pelo modelo abafador, deixando assim todos os setores da empresa com o NPS abaixo do NA.

**Palavras-Chave:** Ruído. Diversos setores. Atenuação suficiente. Nível de Ação.

## **ABSTRACT**

Several tractor automaker companies are installing your factories on Parana state, creating a huge quantity of jobs, bringing with this, the local growing. Companies in this sector must always be aware with the subject of work safety, especially for the occupational hygiene area, which affect straight in the health of employees. In occupational environments, which can create high noises, is indicated the use of personal protection equipment's (PPE), besides of measures to reduce the level of the noises, to protect the hearing of the exposed employees. This study aimed measure the level of environmental noises produced in an automaker, situated on the metropolitan area of Curitiba-PR. The level of noise was measured by the whole work journey of employees in several sectors, being removed the dosimeter only on the lunch time, and then reattached again after that. After measurements, it was observed the values, and in many sectors it was reached values above the Level of Action (LA), and above the Limit of tolerance (LT), based on the Regulatory Norm (NR 15), and for these sectors which were above, it was verify the personal protection equipment, and the auricular protection, verifying if these attenuate the enough, for the values remain below the level of action. The conclusion it's the (PPE) provided by the company have the enough attenuation for the NPS availed on sectors, being needed only on the Solda LWS sector, perform the replacement of the pre-molding hearing protector for the damper model, making all the sectors of the company with the NPS below NA.

Keys-word: Noise, Several sectors, Enough attenuation, Level of Action

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Curvas de resposta, chamadas curvas A, B, C e D.</i> .....	16
<i>Figura 2 Efeitos do Ruído</i> .....	25
<i>Figura 3- Protetor auditivo, tipo abafador.</i> .....	27
<i>Figura 4-Protetor auditivo, tipo inserção pré-moldado.</i> .....	28
<i>Figura 5 - Protetor auditivo, tipo inserção moldável.</i> .....	28
<i>Figura 6- Dosímetro Edge 5.</i> .....	30
<i>Figura 7- Dosímetro Q-300</i> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<i>Figura 8-Dosímetro Noise Pro.</i> .....	30
<i>Figura 9 Dosímetro Q-400.</i> .....	30
<i>Figura 10- Gráfico setor Solda LHB.</i> .....	32
<i>Figura 11- Gráfico do Setor Solda LWS.</i> .....	33
<i>Figura 12-Gráfico setor Pintura.</i> .....	35
<i>Figura 13- Gráfico do setor Montagem LHB.</i> .....	37
<i>Figura 14- Gráfico do setor Montagem LWS.</i> .....	39
<i>Figura 15-Gráfico do setor Qualidade.</i> .....	41
<i>Figura 16- Gráfico do setor Logística.</i> .....	43
<i>Figura 17- Gráfico do setor Patrimonial.</i> .....	45

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1-Critério de julgamento e tomada de decisão.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 2- Máxima exposição diária permitida.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 3 - Equipamentos de Proteção Auricular fornecido pela empresa.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 4- Dosímetros utilizados no estudo.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabela 5- Valores das Doses e NPS do setor Solda LHB.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 6 - Valores das Doses e NPS do setor Solda LWS.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 7- Valores das Doses e NPS do setor Pintura.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 8-Valores das Doses e NPS do setor Montagem LHB.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 9- Valores das Doses e NPS do setor Montagem LWS.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 10-Valores das Doses e NPS do setor Qualidade.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 11-Valores das Doses e NPS do setor Logística.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 12-Valores das Doses e NPS do setor Patrimonial.....</i>	<i>44</i>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Certificado de Aprovação
CLT	Consolidação das Leis de Trabalho
dB	Decibel
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
Hz	Hertz
LT	Limite de Tolerância
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
N°	Número
NE	Nível de Exposição
NEN	Nível de Exposição Normalizado
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NHT	Norma de Higiene do Trabalho
NPS	Nível de Pressão Sonora
NR	Norma Regulamentadora
PAIR	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído

# Sumário

1	Introdução .....	12
1.1	Objetivos da Pesquisa .....	13
1.1.1	Objetivo Geral .....	13
1.1.2	Objetivos Específicos .....	13
1.2	Justificativa e Contribuições .....	14
2	Referencial Teórico.....	14
2.1	Som .....	14
2.2	Ruído.....	15
2.3	Grandezas Físicas.....	15
2.3.1	Nível de Pressão Sonora – Decibel .....	15
2.3.2	Dose .....	17
2.3.3	Taxa de Duplicação.....	17
2.3.4	Nível Equivalente .....	18
2.3.5	Nível Médio .....	18
2.3.6	Nível de Exposição Normalizado (NM) ou (Lavg) .....	19
2.3.7	Crítério de Referência .....	19
2.3.8	Nível de Ação.....	19
2.4	Legislação e Normas.....	20
2.4.1	Norma de Higiene Ocupacional .....	22
2.4.2	Efeito do Ruído no ser Humano .....	23
3	Metodologia .....	26
3.1	Equipamentos Utilizados .....	28
4	Resultados e Discussões .....	31
4.1	Solda LHB .....	31
4.2	Solda LWS.....	32
4.3	Pintura.....	34
4.4	Montagem LHB .....	36
4.5	Montagem LWS.....	38
4.6	Qualidade .....	40
4.7	Logística .....	42
4.8	Patrimonial.....	44
5	Conclusão .....	46
6	Referencia .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Com a revolução industrial do século XVIII, muitas indústrias tiveram que desenvolver e aperfeiçoar seus mecanismos para a produção de novos produtos. Então, o homem passou a se deparar com vários problemas de saúde ocupacional, consequentes dos agentes de risco que começaram a aparecer. Surgiram cada vez mais, fatores físicos ambientais como ruído, temperatura, vibração, radiação, e pressão em níveis elevados, que isolados ou conjuntamente causam danos ao trabalhador. Em específico abordar o ruído, que é um grande problema para a saúde dos trabalhadores.

No Brasil, a Norma Regulamentadora – NR 15 (BRASIL, 2014) permite uma exposição de até 8 horas diárias a ruídos de 85 dB em nível de pressão sonora (dB NPS). Conforme aumenta o nível de ruído, diminui o tempo de exposição permitido pela NR 15. A exposição por tempos maiores pode acarretar em perda auditiva, denominada Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR).

Elevados níveis de pressão sonora é um risco à saúde do trabalhador, pois além de causar alterações no sistema auditivo, provocam perturbações no ambiente de trabalho, na qualidade do sono, no descanso e até mesmo no simples diálogo (MARQUES e COSTA, 2006; GONÇALVES et al., 2009).

O indivíduo exposto a elevados níveis de pressão sonora pode apresentar: perda auditiva, zumbidos, dificuldades para compreender a fala e localizar a fonte sonora, algiacusia (dor a sons) e sensação de ouvido tampado.

Os efeitos do ruído são mais eminentes e característicos na audição, pois, ao atingi-la, o ruído comprometeria a compreensão da fala do indivíduo. Entre indivíduos com PAIR a compreensão de sentenças no silêncio e no ruído, há o comprometimento da compreensão de sentenças, tanto no silêncio quanto na presença de ruído competitivo. A PAIR implica em um processo de interação com o meio social afetado. O indivíduo portador de PAIR só será capaz de perceber a lesão auditiva quando sua comunicação já estiver prejudicada. (PALMA, 1999).

Outro fator agravante e significativo no sujeito exposto ao ruído é a presença do zumbido. O zumbido é o primeiro sinal de alerta de que a exposição está lesionando o sistema auditivo, podendo indicar maior susceptibilidade à lesão pelo ruído (OGIDO et al., 2009). Algumas vezes o zumbido pode ser o sintoma de uma perda auditiva passageira, conhecida como Perda Auditiva Temporária (SILVA, 1999).

A medição do ruído ambiental possibilita um mapeamento das áreas de maior risco, permitindo uma avaliação do local em questão. Deve-se, ainda, observar alguns fatores, tais

como: nível de exposição individual, tipo de ruído, tipo de exposição e características do local. Com isso, este estudo foi realizado com o objetivo de mapear diversos setores de uma montadora localizada na região metropolitana de Curitiba-PR, medindo os níveis de pressão, e verificando a atenuação dos Equipamentos de Prevenção Individual (EPIs) já utilizados.

Assim este trabalho tem o intuito de verificar o risco ao agente físico ruído, que os trabalhadores de diversos setores estão expostos, podendo assim comparar com os limites de exposição permissíveis estabelecidos pela legislação (NR15), analisando então, se os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) atenuam o suficiente para que os valores fiquem abaixo do Nível de Ação.

## **1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho foi analisar os níveis de pressão sonora em diversos setores de uma montadora localizada na região metropolitana de Curitiba-PR, verificando se esses valores estão em conformidade aos limites determinados pela Norma Regulamentadora.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- Quantificar e analisar os níveis de pressão sonora em diversos setores;
- Verificar a conformidade de cada setor citado, analisando se os valores ficam acima ou abaixo do Nível de Ação (NA) ou acima do Limite de Tolerância (LT);
- Avaliar se os EPIs utilizados têm atenuação necessária para que os valores fiquem abaixo do Nível de Ação.

## 1.2 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho teve uma etapa de avaliação qualitativa, para identificar os setores com possíveis níveis de pressão sonora elevados, passando então para a etapa quantitativa dos mesmos, buscando condições melhores para os trabalhadores, proporcionando assim uma melhora na qualidade de vida, saúde e segurança dos trabalhadores, buscando evitar problemas auditivos nos mesmos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para este trabalho é necessário saber de alguns conceitos sobre ruído e suas grandezas físicas, sendo necessário também ter o conhecimento sobre as normas regulamentadoras (NRs).

### 2.1 SOM

O som pode ser definido como uma sensação produzida no sistema auditivo e o ruído, como um som sem harmonia, de conotação negativa. Os sons são vibrações das moléculas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes, porém, nem toda estrutura vibrante gera som. De maneira em geral pode-se definir o som como uma variação de pressão ambiente detectada pelo sistema auditivo, que ocorre em meios elásticos, propagando-se em forma de oscilações mecânicas (BISTAFA,2006).

Segundo Silva Júnior (2010), o som possui três características, a frequência, a amplitude e o timbre:

- a) Frequência: é o número de ciclos que as partículas materiais realizam em um segundo e o número de vibrações por unidade de tempo. A unidade de medida é Hertz (HZ), que se refere à altura do som, permitindo classificá-lo em uma escala que varia de grave a agudo. Som grave significa baixa frequência e com agudo, alta frequência.
- b) Amplitude: é a energia que atravessa uma área num intervalo de tempo, ou a força exercida pelas partículas materiais sobre a superfície na qual incidem. A amplitude está relacionada com a intensidade sonora em conjunto com a pressão efetiva e a energia transportada pelo som. O som pode ser classificado em uma escala de fraco a forte. Som alto significa maior compressão e som baixo, menos compressão.

- c) Timbre: é a qualidade da fonte sonora, que diferencia os diversos tipos de sons, através de várias frequências harmônicas de que se compõem um determinado som complexo.

## 2.2 RUÍDO

O Ruído é um agente físico que pode ser conceituado como todo som desagradável que pode existir em um ambiente. Este agente atinge o organismo por meio de ondas de energia, que são perceptíveis pela audição, afetando geralmente o ouvido interno com a danificação de células responsáveis pela captação do som, que são transmitidas ao nervo auditivo e conduzidos ao cérebro, onde então são interpretadas (SALIBA, 2012).

O ruído pode causar diversos efeitos indesejáveis, como a perda da audição, pela exposição a níveis elevados desse agente, e o aumento da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos) geralmente relacionados a perturbação do sono, estresse, tensão, queda de desempenho, podendo causar também interferência na comunicação oral, o que acaba causando irritabilidade no trabalhador (BISTAFA, 2006).

De acordo com a Norma Regulamentadora (NR) 15, em seus anexos 1 e 2, o ruído industrial de interesse para a higiene ocupacional possui duas classificações básicas: ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto impulsivo.

- a) Ruído contínuo ou intermitente: todo e qualquer ruído que não esteja classificado como ruído de impacto.
- b) Ruído de Impacto ou impulsivo: é aquele que apresenta picos de energia com duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um segundo.

## 2.3 GRANDEZAS FÍSICAS

### 2.3.1 NÍVEL DE PRESSÃO SONORA – DECIBEL

Normalmente a verificação sonora em ambientes de trabalho é aferida em decibel (dB), através da utilização do dosímetro, que é um equipamento de acordo com as Normas de Higiene do Trabalho 09 (NHT) da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) a maneira mais apropriada para obtenção de laudo, capaz de permitir e avaliar preventivamente a exposição do trabalhador.

Deve se considerar também a faixa de pressão sonora audível, que abrange grande faixa de valores de variações de pressão da pressão atmosférica, ou seja, entre  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> e

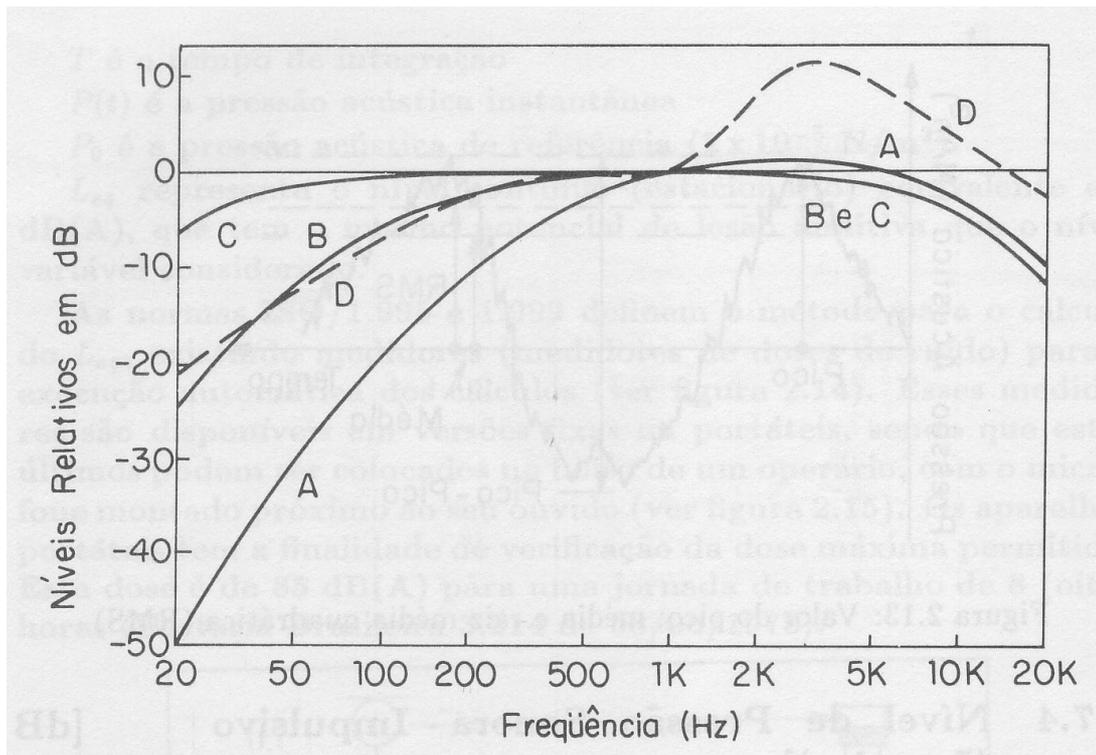
$20.000.000 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ : isso dificulta o seu manuseio em escala linear. Portanto, utilizar níveis de pressão sonora ao invés de pressão sonora (GERGES,2000).

Esta magnitude apresenta uma relação/escala logarítmica entre si, representada na Equação 1. Defini-se Nível de Pressão Sonora (NPS), em decibéis, correspondente a uma pressão sonora  $P$ , pela seguinte relação:

$$NPS = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ dB} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:  $p_0$  é a pressão de referencia igual a  $0,00002 \text{ N/m}^2$ .

O ouvido não responde de forma linear ao ser excitado pela pressão sonora, sendo assim criou-se curvas de respostas desde em relação aos NPS, chamadas curvas A, B, C e D conforme a figura 1.



**Figura 1 - Curvas de resposta, chamadas curvas A, B, C e D.**

Fonte: SALIBA (2011).

Utiliza-se a curva A como resposta do ouvido a todas as faixas de níveis de pressão sonora, portanto a Equação 2 pode ser escrita como:

$$NPS = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ dB(A)} \quad \text{Ed. 2}$$

Onde:

$P_0$  = Pressão Sonora ponderada no filtro A, em Pascal.

A curva D criada depois destas três é utilizada para estudos em aviação.

### 2.3.2 DOSE

É a determinação da dose de ruído a qual o trabalhador esta exposto. A dose de ruído para o período de medição é expressa em porcentagem. O conceito de dose de ruído é o critério estabelecido como parâmetro de exposição a ser determinado através do audiosímetro ou calculado de forma pontual quando a exposição diária ao ruído é composta de dois ou mais períodos de exposição a diferentes níveis que possui a seguinte Equação 3 (BRASIL 2014):

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

$C_n$  = tempo total diário em que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico.

$T_n$  = tempo máximo diário permissível a este nível.

No caso quando o tempo de exposição do trabalhador for menor que 8 horas de jornada de trabalho, deve-se obter a Dose diária projetado ( $D_{(8)}$ ) para jornada de trabalho de 8 horas para comparação com a taxa de troca  $q = 5$  pelo requisito da NR 15, demonstrada pela Equação 4 (SALIBA,2011).

$$D = \frac{T_E}{480} \times 100 \times 2^{\left(\frac{N_{E(8)} - 85}{3}\right)} \quad [\%] \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

$N_{E(8)}$  = nível equivalente projetado

$D_{(8)}$  = dose projetado de ruído em porcentagem

$T_E$  = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

### 2.3.3 TAXA DE DUPLICAÇÃO

Segundo Saliba (2011), o incremento de duplicação da dose quando adicionado a um determinado nível em decibéis, implica a duplicação da dose ou redução pela metade do tempo

máximo de exposição. Representado pela letra “q”, seguindo a NR 15, o incremento de duplicação  $q=5$  e a NHO  $q=3$ .

### 2.3.4 NÍVEL EQUIVALENTE

Nível médio baseado na equivalência de energia, definido pela Equação 5:

$$Neq = 10 \log \left[ \left( \frac{1}{T} + \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt \right) / p_0^2 \right] [dB] \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

$Neq$  = nível de pressão sonora equivalente referente ao intervalo de integração ( $T=t_2-t_1$ ).

$p(t)$  = pressão sonora instantânea

$p_0$  = pressão sonora de referencia, igual a 20  $\mu$ Pa

Quando o tempo for de exposição do trabalhador for menor que 8 horas de jornada de trabalho, deve-se obter como para comparação do Nível equivalente projetado ( $Neq_{(8)}$ ) da jornada de trabalho de 8 horas com taxa de troca  $q=5$  pelo requisito da NR 15, demonstrada pela Equação 6 (SALIBA,2011).

$$Neq(8) = 16,61 \log \left( \frac{480}{T_e} \times \frac{D}{100} \right) + 85 [dB] \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

$Neq_{(8)}$  = nível equivalente projetado

$D$  = dose diária de ruído em porcentagem

$T_e$  = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

### 2.3.5 NÍVEL MÉDIO

O nível de pressão sonora ao longo do tempo obtém-se da média ponderada expressa em dB (A). Comparando com os Limites de Tolerância (LT) da NR15, é possível identificar o tempo máximo de exposição sem o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI). O nível médio com base nos limites de tolerância da NR 15 é expresso pela Equação 7 (DAVANSO,2010):

$$Ne = 10 \log \left( \frac{480}{T_e} X \frac{D}{100} \right) + 85 \text{ (dB)} \quad \text{Eq. 7}$$

Onde:

$N_E$ = Nível de exposição ou Lavg.

$D$  =dose diária de ruído em porcentagem.

$T_E$ = Tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

### 2.3.6 NÍVEL DE EXPOSIÇÃO NORMALIZADO (NM) ou (Lavg)

O nível de Exposição Normalizado é o nível de exposição, convertido para uma jornada padrão de horas diárias, para fins de comparação com o limite de exposição. Esta equação é recomendada pra uso de aposentadoria especial pela instrução normativa MPS/INSS N° 45 de 06/08/2010 DOU de 11/08/2010 Equação 8 (SALIBA,2012).

$$NEN = NE + 16,61 \log \left[ \frac{TE}{480} \right] \rightarrow [dB] \quad \text{Eq. 8}$$

Onde:

$N_E$ =nível médio representativo da exposição ocupacional diária.

$T_E$ =tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

O nível de ruído de exposição Normalizado (NEN) equivalente ao Nível equivalente ( $Neq_{(8)}$ ) projetado para uma jornada de 8 horas diárias, e já nível de exposição (NE) equivalente ao nível equivalente ( $Neq$ ).

### 2.3.7 CRITÉRIO DE REFERÊNCIA

É o nível de ruído para o qual a exposição por um período de 8 horas corresponde a uma dose de 100%. Pela NR 15 e pela NHO 01 é de 85 dB (A).

### 2.3.8 NÍVEL DE AÇÃO

O nível de ação é definido como o valor acima da qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições de ruído causem prejuízos a audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado. De acordo com a NR 09 para a exposição ocupacional ao ruído é de dose diária igual a 50% ou 80 dB(A) (BRASIL 2014b). Conforme item 6.6.1.3 da NHO 01, o critério de julgamento e tomado

de decisão é recomendado em função da Dose Diária ou do Nível de Exposição Normalizado (Tabela 1).

**Tabela 1-Critério de julgamento e tomada de decisão.**

<b>Dose de Ruído</b>	<b>Atuação Recomendada</b>
<b>0,10 a 0,50</b>	No mínimo, manter a condição existente. Uso do protetor auricular não obrigatório. Exames audiométricos admissionais são recomendado preventivamente.
<b>0,51 a 0,80</b>	A consideração técnica da situação é preventiva. Adoção de medidas preventivas. Necessário usar protetor auricular preventivamente. Exames audiométricos conforme previstos no PCMSO.
<b>0,81 a 1,0</b>	A consideração técnica da situação é de atenção. Adoção de medidas preventivas e corretivas. Necessário o uso do protetor auricular. Exames audiométricos necessários conforme previstos no PCMSO.
<b>A partir de 1,0</b>	A consideração técnica da situação é criteriosa. Adoção imediata de medidas corretivas. Obrigatório o uso de protetor auricular. Exames audiométricos necessários conforme previstos no PCMSO.

Fonte: NHO 01,(2011).

## 2.4 LEGISLAÇÃO E NORMAS

É necessário fundamentar os conhecimentos na legislação relacionados a ruído. A NR 06 refere-se aos equipamentos de proteção individual, a NR 15 trata da insalubridade e a NHO 01 que estabelece critérios e procedimentos para avaliação de exposição ocupacional ao ruído.

Quando abordamos o assunto segurança do trabalho, sempre teremos relacionado o tema Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a NR 06 é a norma regulamentadora destinada a esse assunto. Estes instrumentos utilizados em setores fabris devem estar certificados pelos órgãos competentes com Certificados de Aprovação (C.A.) e devem estar dentro do período de validade, oferecendo além da proteção esperada, também conforto ao usuário (BRASIL,2014).

A NR 06 deixa clara que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento. E o empregado tem a obrigação de utilizar o equipamento correto para cada atividade cuidando sempre de sua conservação (BRASIL,2014).

Na NR 15 encontra-se o assunto de atividades insalubres, definindo seus agentes, critérios técnicos, limites toleráveis e fundamentos legais para caracterizar e proceder à avaliação de insalubridade (BRASIL,2014).

Caracteriza como insalubre toda atividade capaz de expor o trabalhador a agentes prejudiciais a sua saúde, os limites de tolerância são fixados conforme a sua intensidade, tempo de exposição e a não utilização de medidas para seu controle, podendo ser medidas individuais ou coletivas. Atividades consideradas insalubres propiciam ao trabalhador um adicional sobre seu salário conforme o item 15., da NR 15, devido as condições a seguir (BRASIL 2014).

- 40%, para insalubridade de grau máximo;
- 20%, para insalubridade de grau médio;
- 10%, para insalubridade de grau mínimo.

Os agentes prejudiciais quantificados pela NR 15 devem ser avaliados periodicamente através de instrumentação e metodologias adequadas de forma que possam concluir se a exposição do trabalhador encontra-se acima dos limites de tolerância estabelecidos. A NR 15 é uma norma extremamente importante na elaboração de um Laudo Técnico para fins de caracterização de aposentadoria especial (BRASIL 2014).

Com a publicação da Lei N° 9.032 (28/04/95), a designação de atividades especial fica condicionada a comprovação de trabalho permanente ou 15, 20 ou 25 anos sem interrupção, com exposição a agente nocivos químicos, físicos e biológicos prejudiciais à saúde, observada a carência imposta (BRASIL 2014).

Os casos de eliminação ou neutralização da insalubridade são caracterizados através de avaliação pericial que comprove a inexistência de risco à saúde do trabalhador. Um Laudo de insalubridade deve ser realizado por engenheiro de segurança ou médico do trabalho registrados nos conselhos regionais pertinentes (BRASIL 2014).

Um laudo de insalubridade deve conter:

- Identificação do agente nocivo (físico, químico e biológico);
- Comprovação da exposição do trabalhador ao agente, por laudo técnico;
- Aprovação da medida de proteção individual ou coletiva suficiente para conter a exposição aos agentes acima do limite de tolerância;
- Evidências das medidas de controle adotadas, em relação a higienização, treinamento e inspeção quanto ao uso de EPI.

As situações reais vivenciadas pelo trabalhador na sua atividade podem implicar em conclusões diferentes acerca de exposição a insalubridade. Esta análise deve considerar o tempo integral que o trabalhador executa a sua atividade. Se os decretos não delimitarem como se deve proceder a análise, e nem vedarem expressamente os métodos a serem utilizados, entende-se que não há empecilho para a utilização da regra que mais beneficie o trabalhador, em conciliação com os princípios que norteiam a Seguridade Social (BRASIL 2014).

A FUNDACENTRO afirma que a avaliação do ruído ocupacional através de dosímetros é mais precisa e permite um estudo de caráter mais preventivo ao trabalhador. Com isso, convém constar que o limite de tolerância adotado pela NR 15 é de 85 dB (A) para uma jornada de 8 horas trabalhadas, e o nível de ação no qual medidas preventivas devem ser tomadas é de 80 dB (A), conforme Tabela 2.

**Tabela 2- Máxima exposição diária permitida.**

<b>Nível de Ruído em dB (A)</b>	<b>Máxima Exposição Diária Permissível</b>
80	16 horas
81	14 horas
82	12 horas
83	10h e 30 minutos
84	9h e 16 minutos
85	08 horas
86	07 horas
87	06 horas
88	05 horas
89	04 horas e 30 minutos
90	04 horas
91	03 horas 30 minutos
92	03 horas
93	02 horas e 40 minutos
94	02 horas e 15 minutos
95	02 horas
96	01 hora e 45 minutos
98	01 hora e 15 minutos
100	01 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	08 minutos
115	07 minutos

Fonte: Adaptada de NR 15 (2011).

#### **2.4.1 NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL**

A NHO 01 é uma norma técnica destinada a avaliar os ruídos, sejam eles contínuos ou intermitentes e de impacto. São medidas editadas pela Coordenação de Higiene do Trabalho da

FUNDACENTRO em 1980. A condição legal de aplicação da NHO 01 é utilizada como critério complementar da NR 15, no que abrange à saúde ocupacional e avaliação dos ruídos, fiscalizadas por auditores fiscais do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Segundo a NHO 01 deve ser feita uma avaliação do ruído, caracterizando assim a exposição de todos os trabalhadores envolvidos, criando grupos homogêneos de exposição, não precisando então avaliar todos os colaboradores da empresa. As avaliações podem ser realizadas cobrindo um ou mais trabalhadores cuja situação corresponde à exposição de cada grupo considerado.

As medições devem representar as condições reais as quais o trabalhador está exposto em seu dia-dia, mantendo a rotina do seu trabalho e suas funções. Para uma melhor amostragem, as medições devem ser feitas no maior tempo possível, tentando cobrir a maior parte da jornada de trabalho, obtendo assim a maioria ou quase todas as oscilações dentro da jornada de trabalho (FUNDACENTRO).

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis, mas não habituais, tais como manutenções preventivas, devem ser avaliadas e interpretadas isoladamente, considerando-se a sua contribuição na dose diária ou no nível de exposição. As medições devem interferir de forma mínima no habitual do trabalho (FUNDACENTRO)

#### **2.4.2 EFEITO DO RUÍDO NO SER HUMANO**

O ruído é um dos agentes nocivos mais encontrados em um ambiente de trabalho, responsável por diversos distúrbios orgânicos, surdez temporário ou permanente, contribuindo para possíveis situações de acidentes de trabalho (DAVANSO,2000).

A exposição a níveis altos de ruído por tempo longo danifica as células da cóclea. Já o tímpano raramente é danificado pelo ruído industrial.

Qualquer redução na sensibilidade de audição é considerada perda de audição (GERGES,2000).

Segundo BISTAFA (2006) afirma que, existem dois tipos de perdas de audição: a condutiva perda de audição. A perda condutiva ocorre quando uma normalidade impede que o som chegue à orelha interna. Já a perda neurossensorial ocorre quando há lesões cocleares ou das fibras nervosas.

A perda condutiva produz lesões fora da cóclea, tanto no ouvido externo como no médio. As causas mais comuns da perda auditiva no ouvido externo são: obstrução do conduto auditivo por cerume, infecção, corpos estranhos, e tímpano perfurado ou lesionado. No ouvido médio, a perda condutiva é geralmente causada por infecção, otoclerose, aerotite média (BISTAFA,2006).

A perda neurossensorial é provocada por lesões no cóclea ou no nervo auditivo, podendo ser repentina ou gradual. As causas mais comuns das perdas repentinas são doenças (meningite, infecções, esclerose múltipla, caxumba), lesões cranianas, trauma acústico (tiro, explosões) e drogas que afetam o sistema nervoso central. As causas mais comuns das perdas graduais, por sua vez, são surdez por envelhecimento (BISTAFA,2006).

A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) ocorre quando se expõe continuamente a níveis elevados de pressão sonora, comumente gerada por ruídos intensos e é considerada irreversível (BISTAFA,2006).

Pode-se deparar com dois tipos de perdas auditivas, perda auditiva permanente e a temporária, sendo ambas lesões causadas nas células ciliadas (BISTAFA,2006).

O agente ruído pode causar diversas consequências indesejadas e nocivas a saúde, que podemos classificar como efeitos auditivos e os não auditivos.

- Efeitos auditivos: surdez temporária devido a fadiga auditiva ocorre após uma exposição prolongada a níveis elevados de ruído, denominada de deslocamento temporário de limiar auditivo, que pode ser recuperado com o descanso. Surdez profissional que ocorre quando há ruptura e tímpano, ossículos ou outra estrutura de condução, podendo perder todas as frequências auditivas, chamada também de condutiva e neurossensorial que ocorre quando há a destruição ciliados de Conti, apresentando elevada perda da capacidade auditiva em torno de 4000Hz (gota acústica).

- Efeitos não auditivos: ocorrem quando o trabalhador estão expostos a ruídos de 100 dB e apresentam efeitos fisiológicos e psicológicos tais como: dor de cabeça, estresse, irritabilidade, depressão, vertigens, cansaço excessivo, insônia, hipertensão, diminuição do libido, aumento de predisposição à infecções, altera a glicemia, alterações no sistema digestivo e zumbido. Também apresentam efeitos sinérgicos que o corre quando se é submetido a um ruído intenso, podendo causar diminuição a visão noturno, confusão na percepção das cores e queda na atividade motora e falta de concentração.



**Figura 2 Efeitos do Ruído**

Fonte: GERGES,2000

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada em uma fábrica localizada na região metropolitana de Curitiba-PR, a empresa teve sua planta dimensionada para duas linhas de produção simultâneas, com base nisso efetuaremos os levantamentos em ambas as linhas, tendo assim um maior controle sobre o agente físico Ruído.

Para desenvolver este trabalho foi realizado primeiramente um levantamento dos setores e uma análise, dos quais poderiam apresentar ruído elevado, determinou-se então uma seguinte divisão de setores.

- Solda LHB;
- Solda LWS
- Pintura;
- Montagem LHB
- Montagem LWS
- Qualidade;
- Logística;
- Patrimonial.

Com os setores determinados, calibramos todos os dosímetros, utilizando o calibrador de ruído, o qual emite um ruído de 114 dB, podendo ser aceito uma variação de 1 dB no dosímetro. O dosímetro foi configurado para as taxas de troca 5 e 3, e o TWA configurado para toda jornada de trabalho do colaborador, nos dando assim no final da medição com uma dose já calculada para 8 horas.

O dosímetro calibrado foi instalado no trabalhador buscando aferir toda a sua jornada de trabalho. O equipamento foi colocado no colaborador no início do seu expediente, atentando-se para que o microfone ficasse próximo à zona auditiva e cuidando para que nada ficasse sobre o mesmo interferindo no resultado. O dosímetro foi retirado apenas no horário de almoço, e novamente colocado depois do almoço, até o término da sua jornada de trabalho. Após retirar o dosímetro, o mesmo passou novamente por uma calibração, verificando se não houve algum defeito ou problema no dosímetro durante a medição. Com as dosimetrias coletadas, os dosímetros tiveram seus dados transferidos para o computador, efetuando assim automaticamente os cálculos e fornecendo as doses e os níveis de pressão sonora.

Com os valores já definidos através dos cálculos realizados automaticamente pelos dosímetros, pode analisar os níveis de pressão sonora e verificar se a atenuação dos equipamentos de proteção individuais são o suficiente para que esses valores fiquem abaixo do Nível de Ação em todos os setores.

Os EPIs fornecidos para setores na montadora estão na tabela 3.

**Tabela 3 - Equipamentos de Proteção Auricular fornecido pela empresa.**

CA	EPI	VALIDADE	FABRICANTE	USO
19384	Protetor auditivo, tipo abafador	16/11/2017	Sperian Produtos de Segurança Ltda.	Proteção do sistema auditivo do usuário contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR 15. NRRsf 23 dB.
5745	Protetor auditivo, tipo inserção pré-moldado	15/03/2017	3M Do Brasil Ltda	Proteção do sistema auditivo do usuário contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR 15. NRRsf 16 dB.
5674	Protetor auditivo, tipo inserção moldável	09/02/2016	3M Do Brasil Ltda	Proteção do sistema auditivo do usuário contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR 15. NRRsf 15 dB.

#vFonte:Autoria Própria (2014)



**Figura 3- Protetor auditivo, tipo abafador.**

Fonte: Sperian (2014)



**Figura 4-Protetor auditivo, tipo inserção pré-moldado.**  
Fonte: 3M



**Figura 5 - Protetor auditivo, tipo inserção moldável.**  
Fonte: 3M

### 3.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Os instrumentos de medição de nível de pressão sonora são os dosímetros de ruído, que consiste em um aparelho de monitoramento de uso pessoal, o qual permite a medição da dose e outras grandezas que caracterizam a exposição do trabalhador ao ruído. Todos os dosímetros foram configurados para taxa de troca 3 e 5 e para uma projeção da dose para uma jornada de 8 horas de trabalho. Todos os equipamentos utilizados estão na tabela 4.

**Tabela 4- Dosímetros utilizados no estudo.**

<b>Medidores de Nível de Pressão Sonora / Audiodosímetro</b>	
<b>Fabricante: Quest Technologies / 3M</b>	
<i>Modelo: EDGE 5</i>	<i>Modelo: EDGE 5</i>
<i>Numero de série: ESJ080012</i> <i>Data da Calibração: 28/03/2012</i> <i>Número do Certificado: 1461-2012</i>	<i>Numero de série: ESJ080013</i> <i>Data da Calibração: 30/07/2012</i> <i>Número do Certificado: 3508-2012</i>
<i>Modelo: NoisePro</i>	<i>Modelo: NoisePro</i>
<i>Numero de série: NPE 110011</i> <i>Data da Calibração: 19/09/2012</i> <i>Número do Certificado: 4477-2012</i>	<i>Numero de série: NPE 110012</i> <i>Data da Calibração: 14/11/2013</i> <i>Número do Certificado: 55.617</i>
<i>Modelo: Q-300</i>	<i>Modelo: Q-300</i>
<i>Numero de série: QC8010182</i> <i>Data da Calibração: 11/10/2013</i> <i>Número do Certificado: 233-2013</i>	<i>Numero de série: QCB120007</i> <i>Data da Calibração: 08/08/2013</i> <i>Número do Certificado: 52.054</i>
<i>Modelo: Q-300</i>	<i>Modelo: Q-300</i>
<i>Numero de série: QCC080061</i> <i>Data da Calibração: 09/08/2013</i> <i>Número do Certificado: 140-2013</i>	<i>Numero de série: QCC110101</i> <i>Data da Calibração: 09/04/2013</i> <i>Número do Certificado: 1672-2013</i>
<i>Modelo: Q-300</i>	<i>Modelo: Q-300</i>
<i>Numero de série: QCC110103</i> <i>Data da Calibração: 11/10/2013</i> <i>Número do Certificado: 234-2013</i>	<i>Numero de série: QCD040035</i> <i>Data da Calibração: 11/10/2013</i> <i>Número do Certificado: 235-2013</i>
<i>Modelo: Q-300</i>	<i>Modelo: Q-400</i>
<i>Numero de série: QCD100028</i> <i>Data da Calibração: 11/10/2013</i> <i>Número do Certificado: 232-2013</i>	<i>Numero de série: QDC110017</i> <i>Data da Calibração: 14/11/2013</i> <i>Número do Certificado: 55.618</i>
<i>Modelo: Q-400</i>	<i>Modelo: Q-400</i>
<i>Numero de série: QDC110020</i> <i>Data da Calibração: 31/07/2012</i> <i>Número do Certificado: 3519-2012</i>	<i>Numero de série: QDG120017</i> <i>Data da Calibração: 25/04/2013</i> <i>Número do Certificado: 2133-2013</i>
<i>Modelo: Q-400</i>	<i>Modelo: Q-400</i>
<i>Numero de série: QDG120019</i> <i>Data da Calibração: 25/04/2013</i> <i>Número do Certificado: 2134-2013</i>	<i>Numero de série: QDH030002</i> <i>Data da Calibração: 25/04/2013</i> <i>Número do Certificado: 2132-2013</i>
<b>Calibrador Acústico</b>	
<b>Fabricante: Quest Technologies.</b>	
Modelo: QC-10 – 114 dB – 1000 Hz.	
Número de serie: QIM030041	
Data de Calibração: 25/04/2013	
Número do Certificado: 2135-2013	

Fonte: Autoria Própria (2014).

Dosímetros utilizados nos levantamentos dos ruídos na empresa: Todos os equipamentos utilizados nesses estudos tem certificado de calibração com validade de 2 anos.



**Figura 6- Dosímetro Edge 5.**  
Fonte: World Seg.



**Figura 7- Dosímetro Q-300**  
Fonte: World Seg.



**Figura 8- Dosímetro Noise Pro.**  
Fonte: World Seg.



**Figura 9- Dosímetro Q-400**  
Fonte: World Seg.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho foi direcionado para realizar um levantamento por todos os setores da empresa, podendo assim montar um mapeamento do agente físico Ruído, identificando os setores que apresentam ruído elevado perante as NR-15, e analisando se a atenuação dos protetores auriculares é suficiente para que os valores fiquem abaixo do nível de ação.

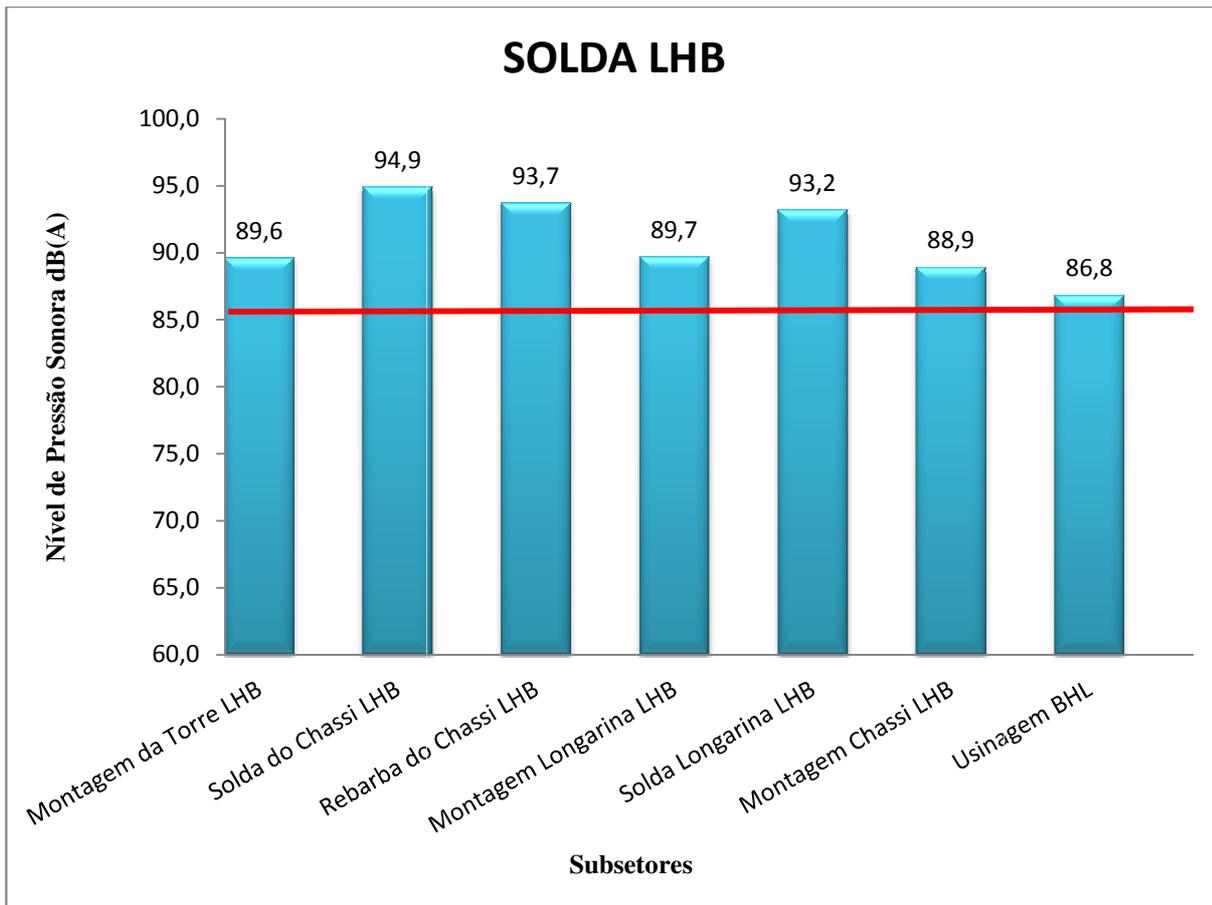
### 4.1 SOLDA LHB

Para o setor da Solda LHB, foram realizados sete dosimetrias em diferentes subsetores: Montagem da Torre LHB, Solda do Chassi LHB, Rebarba do Chassi LHB, Montagem Longarina LHB, Solda Longarina LHB, Solda Longarina LHB e Usinagem BHL. Os valores das doses e dos NPS do setor Solda LHB estão na tabela 5.

**Tabela 5- Valores das Doses e NPS do setor Solda LHB.**

SOLDA LHB		
Subsetor	Dose (%)	dB (A)
Montagem da Torre LHB	<b>190,4</b>	<b>89,6</b>
Solda do Chassi LHB	<b>394,6</b>	<b>94,9</b>
Rebarba do Chassi LHB	<b>335,3</b>	<b>93,7</b>
Montagem Longarina LHB	<b>191,8</b>	<b>89,7</b>
Solda Longarina LHB	<b>313,2</b>	<b>93,2</b>
Montagem Chassi LHB	<b>170,8</b>	<b>88,9</b>
Usinagem BHL	<b>128,0</b>	<b>86,8</b>

Fonte: Autoria Própria (2014).



**Figura 10- Gráfico setor Solda LHB.**

Fonte: Autoria Própria (2014).

No setor Solda LHB obteve-se todos os níveis de pressão acima do Limite de tolerância segundo a NR 15, encontrando o maior valor no subsetor Solda do Chassi LHB com 94,9 dB(A), podendo ser de fácil compreensão por ser o subsetor com o trabalho mais intenso, pelo fato da solda ser realizado em todo o chassi, e não apenas em partes como nos demais subsetores.

Nesse setor todos os trabalhadores utilizam o protetor auditivo, tipo inserção pré-moldável, o qual tem uma atenuação de 16 dB. Analisando o trabalhador que esta exposto aos 94,6 dB(A) e subtrairmos a atenuação do EPI utilizado, teremos um nível de pressão sonora de 78,6 dB(A), deixando o NPS abaixo do nível de ação para este subsetor e conseqüentemente para os demais subsetores, por este ser o de pior exposição ao ruído, e mostrando que o equipamento de proteção individual tem a atenuação suficiente para o setor.

#### 4.2 SOLDA LWS

Para o setor da Solda LHB, foram realizados sete dosimetrias em diferentes subsetores: Solda Chassi Traseiro LWS, Solda Chassi Traseiro LWS, Técnico Segurança, Montagem Chassi Dianteiro LWS, Complementação do Chassi Dianteiro LWS, Complementação do Chassi

Traseiro LWS, Comp. do Chassi Traseiro LWS. Os valores das doses e dos NPS do setor Solda LWS estão na tabela 6.

**Tabela 6 - Valores das Doses e NPS do setor Solda LWS.**

SOLDA LWS		
Subsetor	Dose (%)	dB (A)
Solda Chassi Traseiro LWS	<b>335,8</b>	<b>93,7</b>
Montagem Chassi Traseiro LWS	<b>123,5</b>	<b>86,5</b>
Técnico Segurança	46,3	79,4
Montagem Chassi Dianteiro LWS	<b>133,8</b>	<b>87,1</b>
Comp. do Chassi Dianteiro LWS	<b>243,0</b>	<b>91,4</b>
Comp. do Chassi Traseiro LWS	<b>485,2</b>	<b>96,4</b>
Usinagem SWL	<b>265,3</b>	<b>92,0</b>

Fonte: Autoria própria (2014).



**Figura 11- Gráfico do Setor Solda LWS.**

Fonte: Autoria Própria (2014).

Verificando os valores do NPS para o setor Solda LWS, observa-se que apenas um valor ficou abaixo do NA, isso é devido o Técnico de Segurança não estar em contato direto com as fontes do ruído, estando apenas em sua mesa de trabalho no mesmo ambiente, deixando-o assim menos exposto ao ruído, não sendo obrigatório o do uso do EPI, mas por medidas preventivas, o trabalhador sempre utiliza o protetor auricular para circulação na produção.

Os demais subsetores da Solda LWS tiveram seus valores acima do LT, obrigando-os a utilizar o protetor auricular, o qual utilizam o modelo pré moldado, com atenuação de 16 dB. O subsetor Complementação do Chassi Traseiro LWS obteve a pior situação de exposição ao ruído, com o valor de 96,4 dB(A), e com a utilização do EPI esse valor atenuado reduz para 80,4 dB(A), valor abaixo do LT porém acima do NA, sendo assim recomendado a troca do protetor auditivo pré moldado para a utilização do protetor auditivo do tipo abafador, que tem sua atenuação de 23 dB, reduzindo o NPS para 73,4 dB(A), deixando-o abaixo do NA.

Para os demais subsetores da Solda LWS, o protetor auditivo pré-moldado com atenuação de 16 dB, é suficiente para que os valores permaneçam abaixo do NA.

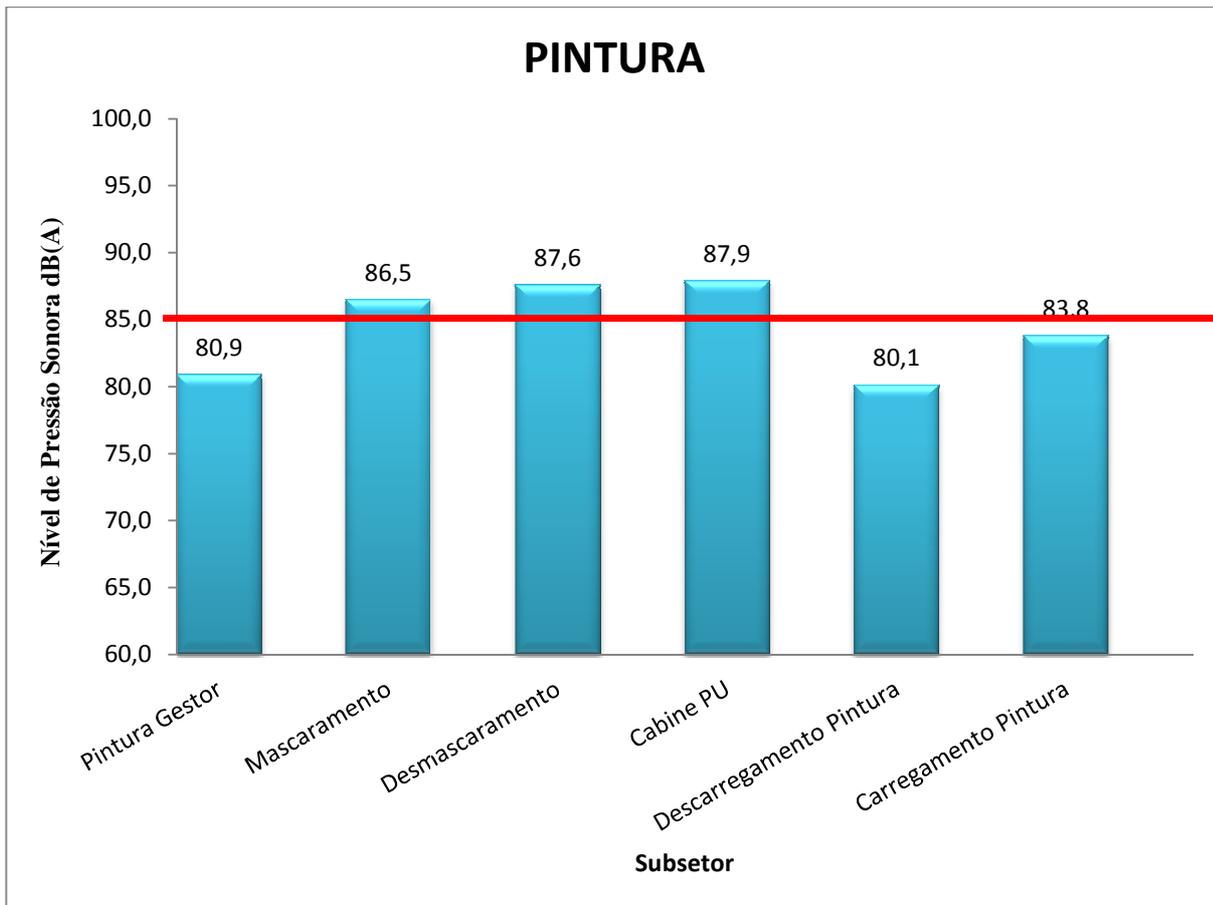
### 4.3 PINTURA

Para o setor da Pintura foram realizado seis dosimetrias em diferentes subsetores: Pintura Gestor, Mascaramento, Desmascaramento, Cabine PU, Descarregamento Pintura, Carregamento Pintura. Os valores das doses e dos NPS do setor Pintura estão na tabela 7.

**Tabela 7- Valores das Doses e NPS do setor Pintura.**

Pintura		
Subsetor	Dose (%)	dB (A)
Pintura Gestor	56,9	80,9
Mascaramento	<b>122,6</b>	<b>86,5</b>
Desmascaramento	<b>144,0</b>	<b>87,6</b>
Cabine PU	<b>150,4</b>	<b>87,9</b>
Descarregamento Pintura	50,4	80,1
Carregamento Pintura	84,7	83,8

Fonte: Aatoria Própria (2014).



**Figura 12-Gráfico setor Pintura.**  
 Fonte: Autoria Própria (2014).

No setor da Pintura, obteve-se 50% dos valores acima do LT, sendo obrigatório o uso do protetor auricular, nesses subsetores utilizam o protetor auditivo do modelo moldável, que tem atenuação de 15 dB. O subsetor da Cabine PU teve o maior NPS, com 87,9 dB (A), reduzido para 72,9 dB(A) com o uso do EPI, deixando assim o valor abaixo do nível de ação na Cabine PU e também nos subsetores Mascaramento e Desmascaramento, com o uso do protetor auricular.

Nos subsetores Pintura Gestor, Descarregamento Pintura e Carregamento Pintura os níveis de pressão sonora ficaram abaixo do limite de tolerância, não sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, segundo a NR 15, porém por medidas preventivas, a norma aconselha que sejam tomadas medidas de prevenções, aconselhado o uso do EPI, deixando assim os NPS desses subsetores abaixo do NA com a utilização do protetor auditivo.

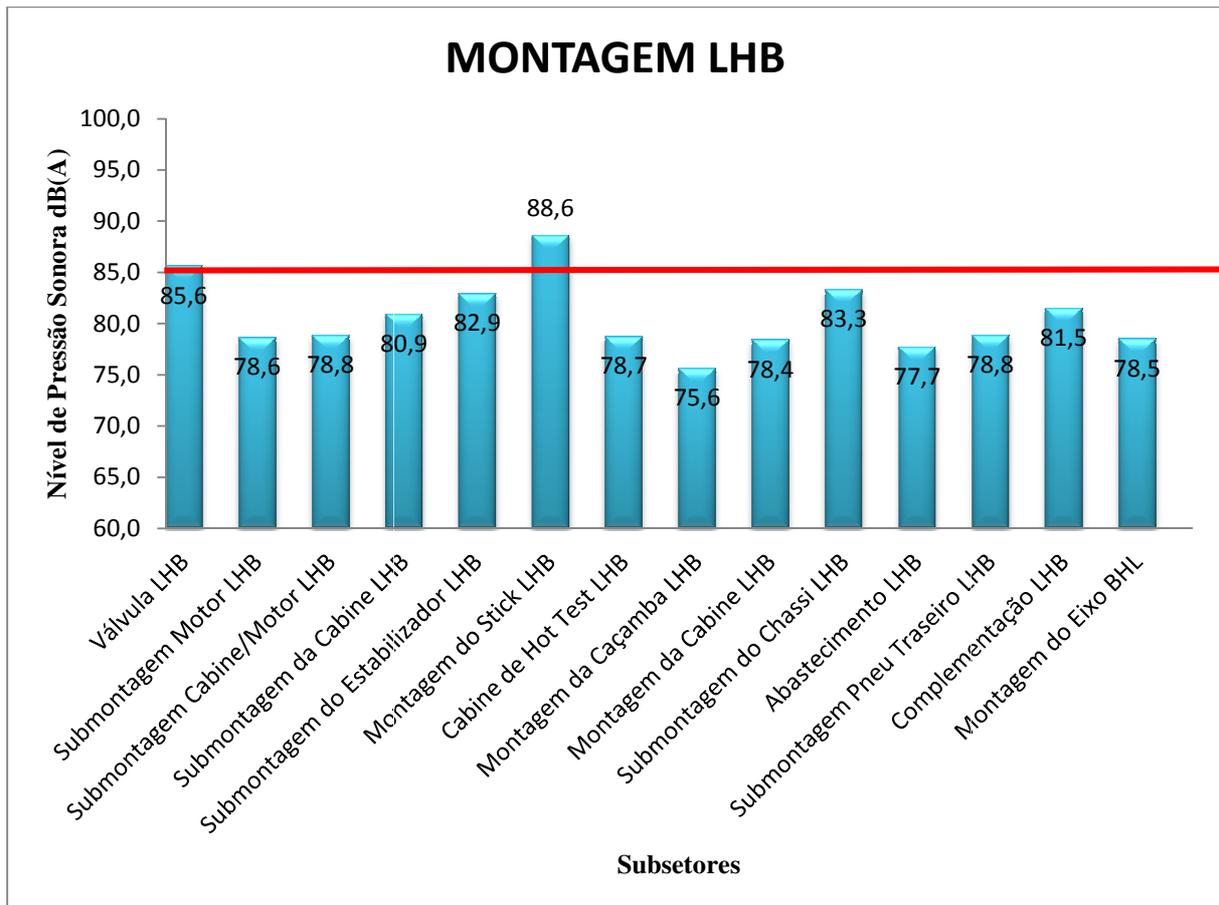
#### 4.4 MONTAGEM LHB

Para o setor Montagem LHB, foram realizadas as quatorze medições de ruído em diferentes subsetores: Válvula LHB, Submontagem Motor LHB, Submontagem Cabine/Motor LHB, Submontagem da Cabine LHB, Submontagem do Estabilizador LHB, Montagem do Stick LHB, Cabine de Hot Test LHB, Montagem da Caçamba LHB, Montagem da Cabine LHB, Submontagem do Chassi LHB, Abastecimento LHB, Submontagem Pneu Traseiro LHB, Complementação LHB, Montagem do Eixo BHL. Os valores das doses e dos NPS do setor Montagem LHB estão na tabela 8.

**Tabela 8-Valores das Doses e NPS do setor Montagem LHB.**

Montagem LHB		
Subsetor	Dose (%)	dB (A)
Válvula LHB	<b>108,0</b>	<b>85,6</b>
Submontagem Motor LHB	41,0	78,6
Submontagem Cabine/Motor LHB	42,3	78,8
Submontagem da Cabine LHB	56,8	80,9
Submontagem do Estabilizador LHB	74,7	82,9
Montagem do Stick LHB	<b>165,4</b>	<b>88,6</b>
Cabine de Hot Test LHB	41,9	78,7
Montagem da Caçamba LHB	27,3	75,6
Montagem da Cabine LHB	40,5	78,4
Submontagem do Chassi LHB	78,9	83,3
Abastecimento LHB	36,5	77,7
Submontagem Pneu Traseiro LHB	42,4	78,8
Complementação LHB	61,2	81,5
Montagem do Eixo BHL	40,5	78,5

Fonte: Autoria própria (2014).



**Figura 13- Gráfico do setor Montagem LHB.**

Fonte: Autoria própria (2014).

O setor de Montagem LHB apresentou apenas dois valores de nível de pressão sonora acima do limite de tolerância, na Válvula e na Montagem do Stick, nesses locais é obrigatório o uso do protetor auditivo. O setor utiliza o protetor auditivo do tipo moldável, que tem sua atenuação de 15 dB, analisando assim a pior situação, na Montagem do Stick, o NPS aferido foi de 88,6 dB (A), com a utilização desse EPI o valor do ruído no trabalhador reduz para 73,6 dB.

Nos subsetores Submontagem da Cabine, Submontagem do Chassi e Complementação os níveis de pressão sonora ficaram abaixo do limite de tolerância, não sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, segundo a NR 15, porém por medidas preventivas, a norma aconselha que sejam tomadas medidas de prevenções, aconselhando o uso do EPI, deixando assim os NPS desses subsetores abaixo do NA com a utilização do protetor auditivo.

Com análise no gráfico, verifica-se que a grande maioria dos subsetores na Montagem LHB tiveram seus valores de NPS abaixo do NA, não sendo necessário e nem obrigatório o uso do protetor auditivo para os trabalhadores desse subsetor, mas por exigência da empresa os mesmos têm a obrigação da utilização do EPI quando estiverem em qualquer área do setor da produção.

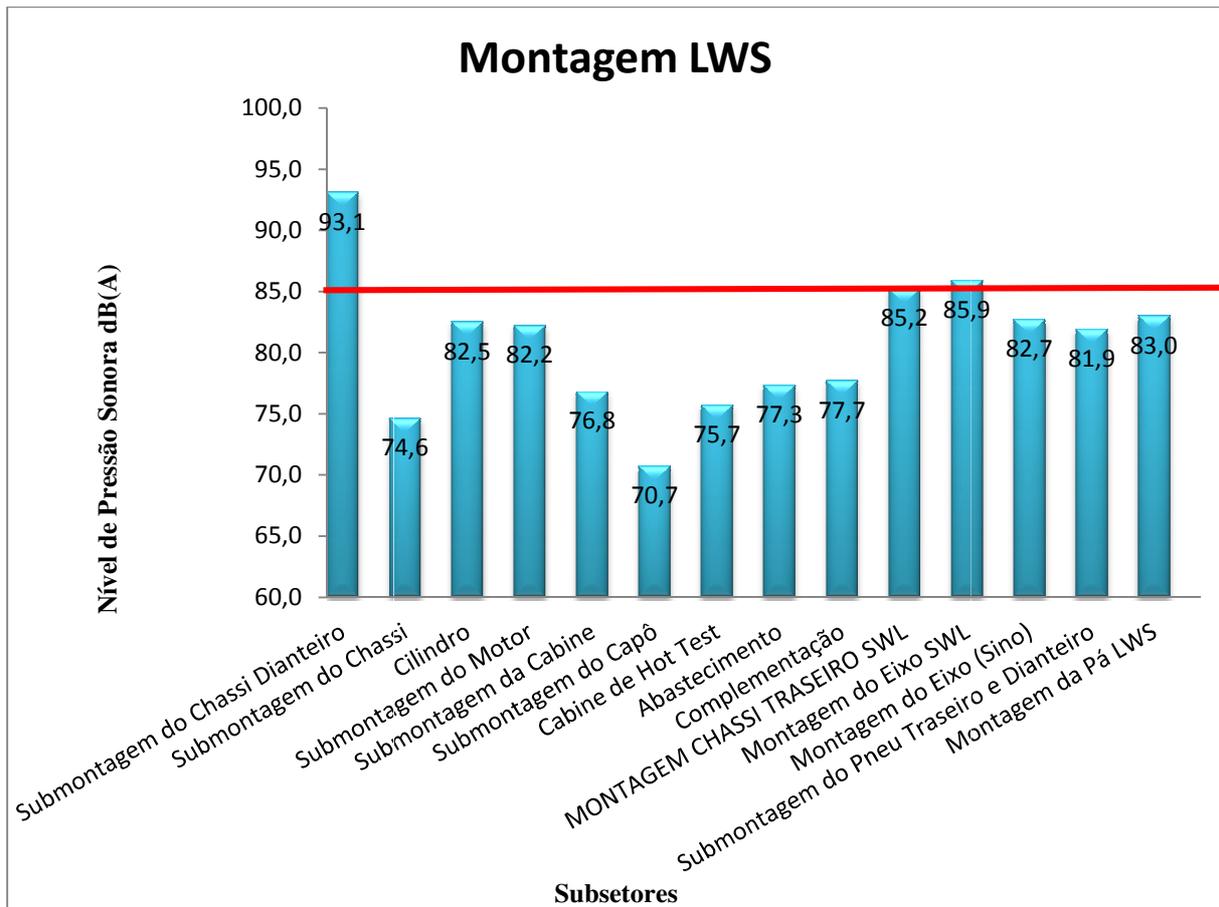
#### 4.5 MONTAGEM LWS

Para o setor Montagem LHB, foram realizadas quatorze medições de ruído em diferentes: Submontagem do Chassi Dianteiro, Submontagem do Chassi, Cilindro, Submontagem do Motor, Submontagem da Cabine, Submontagem do Capô, Cabine de Hot Test, Abastecimento, Complementação, Montagem Chassi traseiro SWL, Montagem do Eixo SWL, Montagem do Eixo SWL, Montagem do Eixo (Sino), Submontagem do Pneu Traseiro e Dianteiro e Montagem da Pá LWS. Os valores das doses e dos NPS do setor Montagem LWS estão na tabela 9.

**Tabela 9- Valores das Doses e NPS do setor Montagem LWS.**

Montagem LWS		
Subsetor	Dose (%)	dB (A)
Submontagem do Chassi Dianteiro	<b>309,2</b>	<b>93,1</b>
Submontagem do Chassi	23,8	74,6
Cilindro	70,7	82,5
Submontagem do Motor	67,5	82,2
Submontagem da Cabine	32,4	76,8
Submontagem do Capô	13,7	70,7
Cabine de Hot Test	27,7	75,7
Abastecimento	34,6	77,3
Complementação	36,7	77,7
Montagem Chassi traseiro SWL	<b>103,2</b>	<b>85,2</b>
Montagem do Eixo SWL	<b>113,6</b>	<b>85,9</b>
Montagem do Eixo (Sino)	73,2	82,7
Submontagem do Pneu Traseiro e Dianteiro	65,3	81,9
Montagem da Pá LWS	75,6	83,0

Fonte: Autoria própria (2014).



**Figura 14- Gráfico do setor Montagem LWS.**

Fonte: Autoria própria (2014).

O setor de Montagem LWS apresentou apenas três valores de nível de pressão sonora acima do limite de tolerância, na Submontagem do Chassi Dianteiro, Montagem do Chassi Traseiro e na Montagem do Eixo, tornando nesses locais obrigatório o uso do protetor auditivo. O setor utiliza o protetor auditivo do tipo moldável, que tem sua atenuação de 15 dB, analisando assim a pior situação, na Submontagem do Chassi Dianteiro, o NPS aferido foi de 93,1 dB (A), com a utilização do EPI o valor do ruído no trabalhador reduz para 78,1 dB.

Nos subsetores Cilindro, Submontagem do Motor, Montagem do Eixo (Sino), Submontagem do Pneu traseiro e dianteiro e Montagem da Pá os níveis de pressão sonora ficaram abaixo do limite de tolerância, não sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, segundo a NR 15, porém por medidas preventivas, a norma aconselha que sejam tomadas medidas de prevenções, aconselhando o uso do EPI, deixando assim os NPS desses subsetores abaixo do NA com a utilização do protetor auditivo.

Analisando o gráfico, verifica-se que seis dos subsetores da Montagem LWS tiveram seus valores de NPS abaixo do NA, não sendo necessário e nem obrigatório o uso do protetor auditivo para os trabalhadores desse subsetor, segundo a NR 15, mas por exigência da empresa os

mesmos têm a obrigação da utilização do EPI quando estiverem em qualquer área do setor da produção.

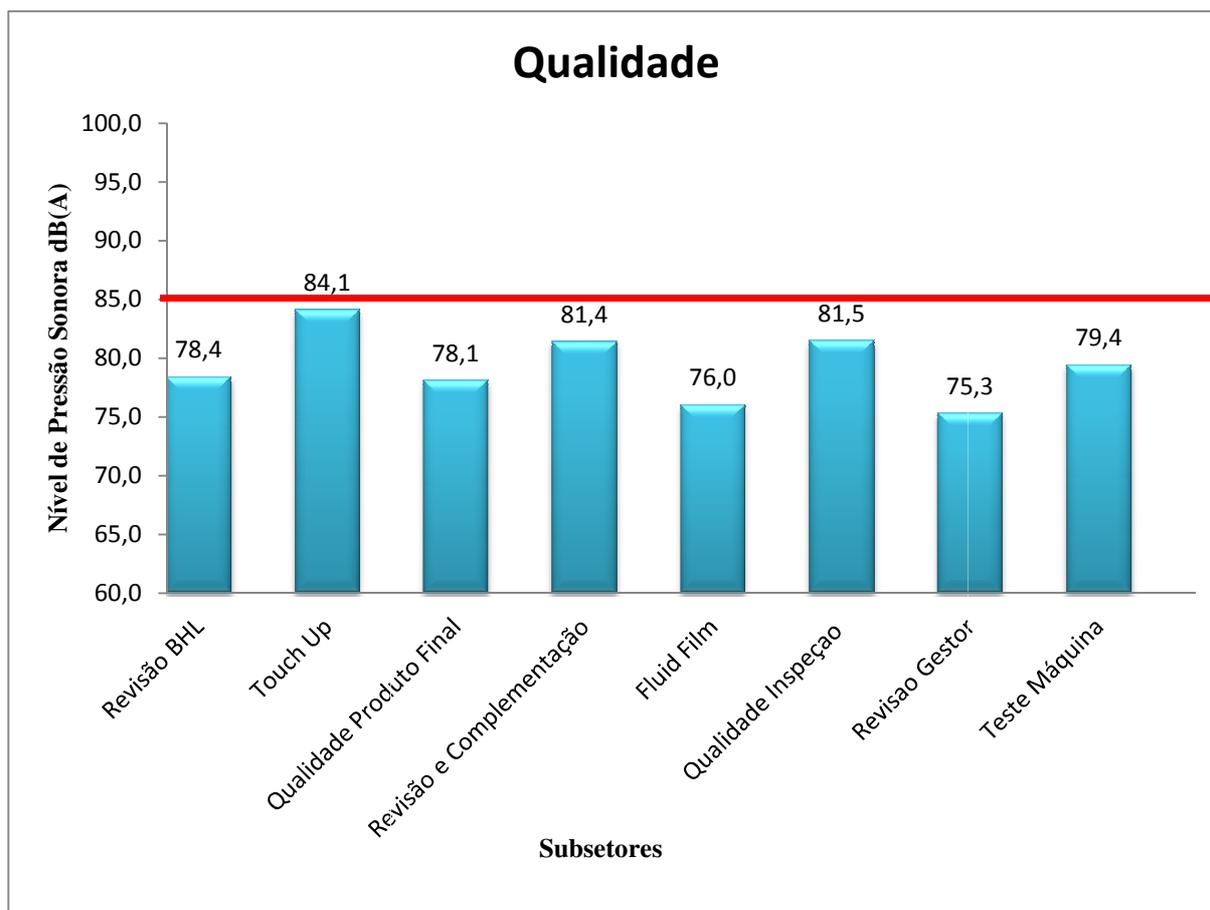
#### 4.6 QUALIDADE

Para o setor da Qualidade foram realizadas oito dosimetrias em subsetores diferentes: Revisão BHL, Touch Up, Qualidade Produto Final, Revisão e Complementação, Fluid Film, Qualidade Inspeção, Revisão Gestor, e Teste Máquina. Os valores das doses e dos NPS do setor Qualidade estão na tabela 10.

**Tabela 10-Valores das Doses e NPS do setor Qualidade.**

Qualidade		
Subsetor	Dose (%)	dB
Revisão BHL	40,0	78,4
Touch Up	88,1	84,1
Qualidade Produto Final	38,6	78,1
Revisão e Complementação	60,6	81,4
Fluid Film	28,7	76,0
Qualidade Inspeção	61,9	81,5
Revisão Gestor	26,1	75,3
Teste Máquina	46,2	79,4

Fonte: Autoria própria (2014).



**Figura 15-Gráfico do setor Qualidade.**

Fonte: Autoria própria (2014).

Para o setor da Qualidade os níveis de pressão sonora ficaram todos abaixo do limite de tolerância, e desses apenas os subsetores Touch UP, Revisão Complementação e Qualidade de Inspeção ficaram com seus valores acima do NA, não sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, segundo a NR 15, porém por medidas preventivas, a norma aconselha que sejam tomadas medidas de prevenções, aconselhando o uso do EPI, deixando assim os NPS desses subsetores abaixo do NA com a utilização do protetor auditivo.

Analisando o gráfico, verifica-se que os cinco demais subsetores obtiveram os valores abaixo do NA, não sendo necessário e nem obrigatório o uso do protetor auditivo para os trabalhadores desse subsetor, segundo a NR-15, mas por exigência da empresa os mesmos têm a obrigação da utilização do EPI quando estiverem em qualquer área do setor da produção.

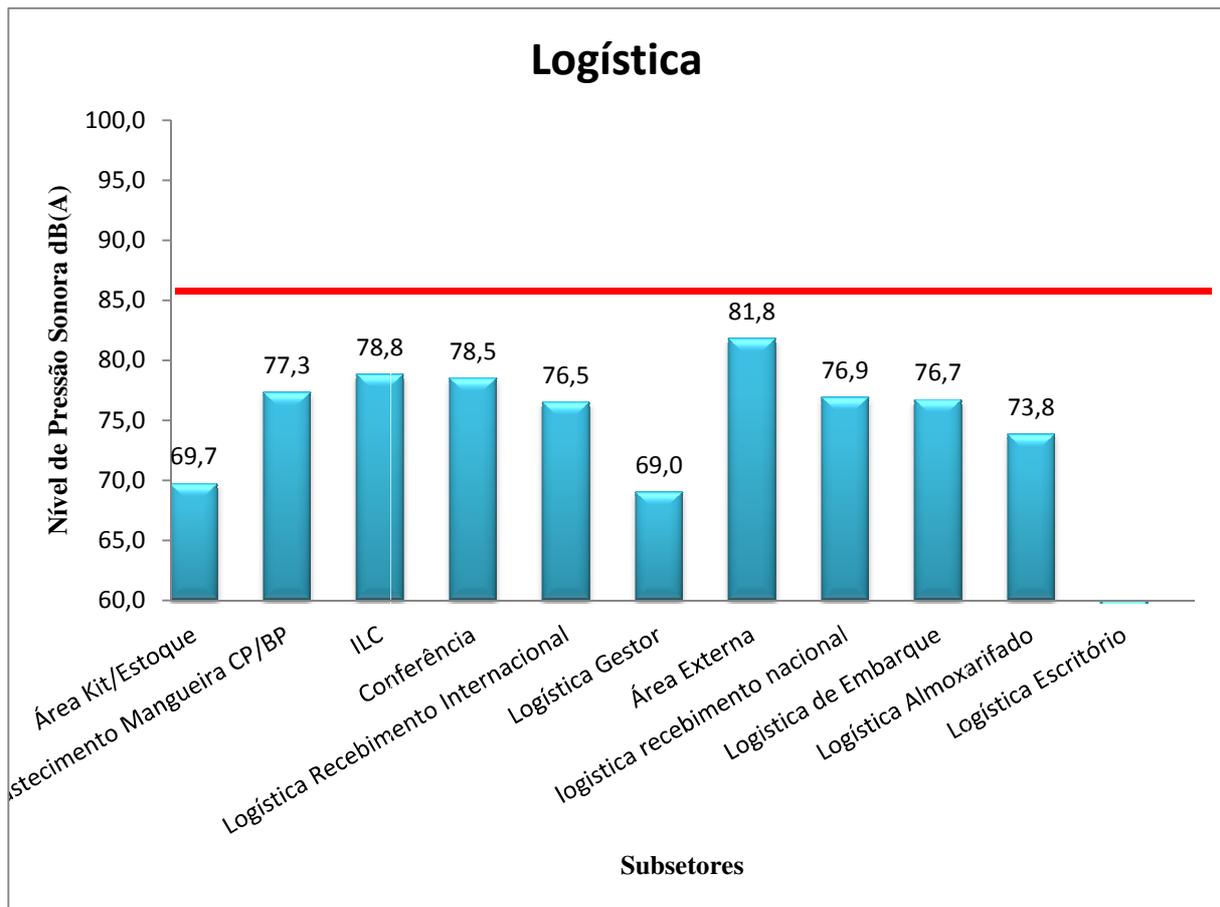
## 4.7 LOGÍSTICA

Para o setor da Logística de foram realizadas onze dosimetrias em subsetores diferentes: Área Kit/Estoque, Abastecimento Mangueira CP/BP, ILC, Conferência, Logística Recebimento Internacional, Logística Gestor, Área Externa, Recebimento Nacional, Logística de Embarque, Logística Almoarifado e Logística Escritório. Os valores das doses e dos NPS do setor Logística na tabela 11.

**Tabela 11-Valores das Doses e NPS do setor Logística.**

Logística		
Subsetor	Dose (%)	dB
Área Kit/Estoque	12,0	69,7
Abastecimento Mangueira CP/BP	34,3	77,3
ILC	42,1	78,8
Conferência	40,9	78,5
Logística Recebimento Internacional	30,8	76,5
Logística Gestor	10,9	69,0
Área Externa	64,1	81,8
Logística recebimento nacional	32,9	76,9
Logística de Embarque	31,6	76,7
Logística Almoarifado	21,1	73,8
Logística Escritório	0,4	45,6

Fonte: Autoria própria (2014).



**Figura 16- Gráfico do setor Logística.**

Fonte: Autoria própria (2014).

No setor da Logística todos os valores de NPS ficaram abaixo do LT, e apenas o subsetor Área Externa teve seu valor acima do NA, não sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, segundo a NR 15, porém por medidas preventivas, a norma aconselha que sejam tomadas medidas de prevenções, aconselhando o uso do EPI, reduzindo assim o NPS de 81,8 dB(A) para 66,8 dB(A) com a utilização do protetor auditivo tipo moldável que tem a atenuação de 15 dB, deixando-o abaixo do NA.

Analisando o gráfico, verifica-se que exceto o subsetor Área Externa todos os outros tiveram seus valores de NPS abaixo do NA, não sendo necessário e nem obrigatório o uso do protetor auditivo para os trabalhadores desse subsetor, segundo a NR-15, mas por exigência da empresa os mesmos têm a obrigação da utilização do EPI quando estiverem em qualquer área do setor da produção.

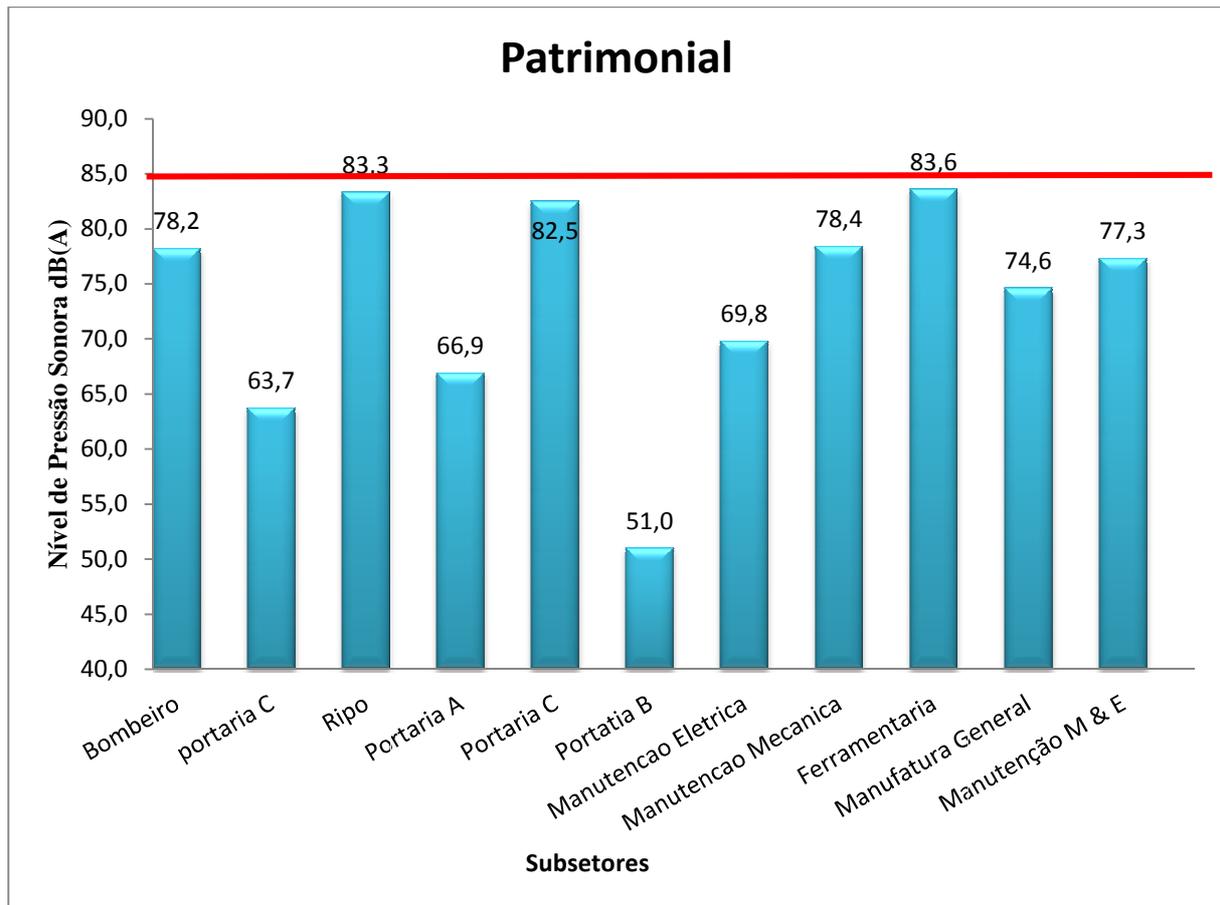
#### 4.8 PATRIMONIAL

Para o setor da Logística de foram realizadas onze dosimetrias em subsetores diferentes: Bombeiro, Portaria C, Ripo, Portaria A, Portaria C, Portaria B, Manutenção Elétrica, Manutenção Mecânica, Ferramentaria, Manufatura General e Manutenção M & E. Os valores das doses e dos NPS do setor Patrimonial estão na tabela 12.

**Tabela 12-Valores das Doses e NPS do setor Patrimonial.**

Patrimonial		
Subsetor	Dose (%)	dB
Bombeiro	39,2	78,2
Portaria C	5,2	63,7
Ripo	79,1	83,3
Portaria A	8,1	66,9
Portaria C	71,2	82,5
Portaria B	0,9	51,0
Manutenção Elétrica	12,2	69,8
Manutenção Mecânica	40,0	78,4
Ferramentaria	82,0	83,6
Manufatura General	23,7	74,6
Manutenção M & E	34,4	77,3

Fonte: Autoria própria (2014).



**Figura 17- Gráfico do setor Patrimonial.**

Fonte: Autoria própria (2014).

Para o setor Patrimonial os níveis de pressão sonora ficaram todos abaixo do limite de tolerância, e desses apenas os subsetores Ripo, Portaria C e Ferramentaria ficaram com seus valores acima do NA, não sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual, segundo a NR 15, porém por medidas preventivas, a norma aconselha que sejam tomadas medidas de prevenções, aconselhando o uso do EPI, deixando assim os NPS desses subsetores abaixo do NA com a utilização do protetor auditivo.

Analisando o gráfico, verifica-se que os demais subsetores obtiveram os valores abaixo do NA, não sendo necessário e nem obrigatório o uso do protetor auditivo para os trabalhadores desses subsetores, segundo a NR-15, mas por exigência da empresa os mesmos têm a obrigação da utilização do EPI quando estiverem em qualquer área do setor da produção.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com as informações coletadas na literatura pelos autores citados no decorrer do estudo, os setores da empresa podem gerar fontes nocivas de ruído chegando a níveis muito elevados, ultrapassando os limites estabelecidos pela legislação.

Conclui-se a partir da análise que os trabalhadores dos setores da montadora, estão expostos a níveis elevados de ruído, principalmente os setores da Solda LWS e Solda LHB, que tiveram todos os NPS acima do LT, com exceção do técnico de segurança. No subsetor Componentes do Chassi Traseiro LWS do setor Solda LWS foi necessário a alteração do protetor auricular do tipo pré-moldável, com atenuação de 16 dB, para o protetor auricular do tipo abafador, com atenuação de 23 dB. Outro setor que apresentou valores elevados foi o da Pintura, com todos os valores acima de 80 dB(A), no entanto, os protetores auriculares tiveram atenuação necessária para que os valores ficassem abaixo do NA. Nos setores da Montagem LWS e LHB, obtiveram-se cinco valores acima do LT, porém todos foram atenuados suficientemente pelo EPI para que os valores ficassem inferiores ao NA, aconselhando apenas novos monitoramentos para o subsetor Submontagem do Chassi Dianteiro, que apresentou um valor bem acima do LT. Nos setores Qualidade, Logística e Patrimonial não é obrigatório o uso do protetor auditivo, segundo a legislação, para os valores encontrados, no entanto, aferiu-se valores acima do NA em alguns subsetores, sendo assim recomendado o uso do protetor auricular como medida de prevenção.

A empresa possui setores com os níveis de ruído elevado para alguns subsetores, e que para esses as medidas de ação que já vem sendo tomadas com a utilização dos equipamentos de proteção são suficientes, sendo necessária apenas a alteração do modelo do protetor auditivo no subsetor Componentes do Chassi Traseiro LWS. E recomenda-se que esse monitoramento seja feito mais vezes para verificar se os NPS estão estagnados ou apresentando um aumento no decorrer do tempo.

## 6 REFERENCIA

3M do Brasil. Protetor Auricular de Inserção. Disponível em: <<http://www.3m.com.br>>  
Acesso em: 15 de outubro de 2012.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle**. São Paulo: Blucher, 2006. 368 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho NR 6 – **Equipamentos de Proteção Individual**. Acesso em: 20 fev 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho NR 9 – **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Acesso em: 20 fev 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho NR 15 – **Atividades e Operação Insalubres**. Acesso em: 20 fev 2014.

DAVANSO, Johnny F. S. **Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído em uma Indústria de Bebidas**. Monografia de Especialização. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia. Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, 2010. 53p.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional** – avaliação da exposição ao ruído. Disponível em: <HTTP://fundacentro.gov.br> Acesso em: 20 fev 2014.

GERGES, Samir N.Y. Ruído: **Fundamentos e Controle**. 2 ed. Florianópolis: NR editora 2000. 676p.

LIMA, Key F. **Risco físico: Ruído**. Notas de Aulas. Engenharia de Segurança do Trabalho. Pontifícia Universidade Católica di Paraná, 2013.

MARQUES, F. P.; COSTA, E. A. Exposição ao ruído ocupacional: alterações no exame de emissões otoacústicas. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, vol.72, n.3, 2006.

OGIDO, R.; COSTA, E. A.; MACHADO, H. C. Prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, vol. 43, n.2, 2009.

PALMA, D. C. Quando o ruído atinge a audição. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica). 1999. Disponível em:  
<http://www.cefac.br/library/teses/eec6828d182c8b34af8bdc403d26c989.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2013.

SALIBA, Tuffi M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído**. 6º Edição. São Paulo: LTR, 2012. 110p.

SALIBA, Tuffi M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído**. 6º Edição. São Paulo: LTR, 2012. 352p.

SILVA, A. F. **Mudança temporária do limiar auditivo**. 1999. 65f. Monografia (Especialização) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia - CEFAC, Porto Alegre.

SILVA JR. Nivaldo G. **O Ruído ocupacional em posto de trabalho: Estudo de caso em uma usina de açúcar e álcool k**

Word Seg. Dosímetros. Disponível: <http://www.wseg.com.br/equipamentos.php>. Acesso em 01 abril 2014.