

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

LEONARDO PARANÁ FURMAN

AVALIAÇÃO DE RUÍDO EM EMPRESA DE METROLOGIA

CURITIBA  
2019

LEONARDO PARANÁ FURMAN

**AVALIAÇÃO DE RUÍDO EM EMPRESA DE METROLOGIA**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Roberto Fantini Neto

CURITIBA  
2019

# LEONARDO PARANÁ FURMAN

## AVALIAÇÃO DE RUÍDO EM EMPRESA DE METROLOGIA

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:

Orientador:

---

Prof. Esp. Roberto Fantini Neto  
Professor do CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

---

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

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

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2019

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

## RESUMO

A Metrologia é a ciência responsável pela qualidade das unidades de medidas, as quais são baseadas nas normas do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O INMETRO é responsável por manter a qualidade internacional das medidas para que possamos realizar comercialização dos produtos nacionais para o exterior. Assim, as calibrações dos equipamentos de medida são feitas por empresas credenciadas ao INMETRO. Essas empresas atendem diferentes setores da indústria, os quais precisam dessas certificações de qualidade para poder comercializar seus produtos. Assim, funcionários das empresas de metrologia que atendem essas indústrias podem estar expostos a diferentes ambientes, os quais podem ser prejudiciais a saúde do funcionário. Um exemplo é o ruído causado por diferentes equipamentos utilizados nas indústrias, os quais podem causar sérios danos a capacidade auditiva do funcionário. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar os níveis de ruído em um técnico de calibração de uma empresa de Metrologia, bem como avaliar se os níveis de ruído estavam de acordo com a legislação nacional e verificar se o equipamento de proteção individual é eficaz para atenuar o ruído do ambiente. Para isso, foram realizadas avaliações de ruído durante 10 dias de trabalho de um técnico responsável por calibrações de equipamentos em diferentes empresas. Pode-se perceber que a intensidade dos ruídos variou de acordo com o local de visita do técnico, ou seja, de acordo com a empresa que o mesmo visitava. Em alguns casos, a intensidade de ruído ficou acima dos valores permitidos pela legislação nacional, porém, com a utilização do equipamento de proteção individual, o ruído foi atenuado, ficando dentro dos níveis permitidos pela legislação. Assim, pode-se concluir que, mesmo com a atividade de calibração podendo ser prejudicial para os técnicos, a utilização de proteção individual, neste caso um protetor auricular, é indicado e foi importante para manter a saúde auditiva do técnico.

**Palavras-chave:** calibrações, saúde auditiva, legislação nacional, equipamento de proteção individual.

## ABSTRACT

Metrology is the science responsible for the quality of the measurement units, which are based on the standards of the National Institute of Metrology, Quality and Technology (INMETRO). INMETRO is responsible for maintaining the international quality of the measures so that we can commercialize the domestic products abroad. Thus, the calibrations of the measurement equipment are made by companies accredited to INMETRO. These companies serve different industry sectors, which need these quality certifications to be able to market their products. Thus, employees of metrology companies serving these industries may be exposed to different environments, which can be detrimental to employee health. An example is the noise caused by different equipment used in the industries, which can cause serious damages to the hearing capacity of the employee. Thus, the present study aimed to evaluate noise levels in a calibration technician of a Metrology company, as well as to evaluate if the noise levels were in accordance with the national legislation and to verify if the equipment of protection is efficient to mitigate environmental noise. For this, noise evaluations were performed during 10 days of work by a technician responsible for equipment calibrations in different companies. It can be noticed that the intensity of the noises varied according to the place of visit of the technician, that is, according to the company that the same visited. In some cases, the noise intensity was above the limits permitted by national legislation, but with the use of personal protective equipment noise was attenuated to within the levels allowed by legislation. Thus, it can be concluded that, even with calibration activity that could be detrimental to technicians, the use of individual protection, in this case an ear protector, was indicated and important to maintain the technician's hearing health.

**Key words:** calibrations, hearing health, national legislation, personal protective equipment.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Hierarquia do Sistema Metrológico.....   | 12 |
| Figura 2. Estrutura do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO)..... | 14 |
| Figura 3. Faixas de frequência sonora.....   | 16 |
| Figura 4. Ruído e exemplos de fontes.....  | 16 |
| Figura 5. Modelo de Audiodosímetro disponível no mercado.....  | 17 |
| Figura 6. Medidor de nível de pressão sonora.....  | 17 |
| Figura 7. Calibrador acústico e sua utilização.....  | 18 |
| Figura 8. Equipamentos de proteção individual auditivo disponíveis no mercado.....                         | 22 |
| Figura 9. Audiodosímetro modelo Instrutherm DOS-500.....   | 24 |
| Figura 10. Medidor de nível de pressão sonora Akso.....  | 25 |
| Figura 11. Calibrador Acústico.....  | 25 |
| Figura 12. Equipamento de proteção individual auricular fornecido para o técnico.....                      | 28 |
| Figura 13. Atenuação de dBA.....   | 29 |

## LISTA DE TABELA

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente ao longo do período de trabalho.<br>..... | 19 |
| Tabela 2. Dose de Ruído Diário obtidos diariamente pelo Técnico em Metrologia. ....                           | 27 |

## LISTA DE ABREVIACÕES

CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

dBA – Decibel com ponderação na curva A

EPI – Equipamento de Proteção Individual

Hz – Hertz

IMNETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

INPM – Instituto Nacional de Pesos e Medidas

NE – Nível de Exposição

NEN – Nível de Exposição Normalizado

NPS – Nível de Pressão Sonora

NPS<sub>amb</sub> – Nível de Pressão Sonora do Ambiente

NPS<sub>so</sub> – Nível de Pressão Sonora no Ouvido Protegido

NR – Norma Regulamentadora

NRR – Taxa de Nível de Redução do Ruído

NRRsf – Taxa de Nível de Redução do Ruído/Colocação Subjetiva

OMS – Organização Mundial da Saúde

SI – Sistema Internacional de Unidades

SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial



## SUMÁRIO

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1.</b>  | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                | <b>9</b>  |
| 1.1        | OBJETIVOS.....   | 10        |
| 1.1.1      | OBJETIVOS GERAIS.....                                  | 10        |
| 1.1.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                            | 10        |
| 1.2        | JUSTIFICATIVA .....                                    | 10        |
| <b>2.</b>  | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                     | <b>11</b> |
| <b>2.1</b> | <b>METROLOGIA</b> .....                                | <b>11</b> |
| 2.2        | INMETRO.....   | 13        |
| 2.3        | SOM E RUÍDO .....                                      | 15        |
| 2.3.1      | CONCEITO .....   | 15        |
| 2.3.2      | CLASSIFICAÇÃO DO RUÍDO E DO SOM.....                   | 15        |
| 2.3.3      | EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO.....                  | 17        |
| 2.3.4      | LIMITES DE RUÍDO TOLERÁVEL .....                       | 18        |
| 2.3.5      | EFEITOS DO RUÍDO NO SER HUMANO .....                   | 20        |
| 2.3.6      | EPI AUDITIVO .....                                     | 21        |
| 2.3.7      | O ADICIONAL DE INSALUBRIDADE.....                      | 22        |
| <b>3.</b>  | <b>METODOLOGIA</b> .....                               | <b>23</b> |
| 3.1        | COLETA DE DADOS .....                                  | 23        |
| 3.2        | METODOLOGIA DE CÁLCULOS .....                          | 25        |
| <b>4.</b>  | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....                   | <b>27</b> |
| 4.1        | NÍVEIS DE RUÍDO .....                                  | 27        |
| 4.2        | EFICIÊNCIA DO EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL ..... | 28        |
| <b>5.</b>  | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                      | <b>30</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                               | <b>31</b> |
|            | <b>APÊNDICES</b> .....                                 | <b>34</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

As medidas são utilizadas desde antes do ser humano existir (SOUZA, 2010). Porém, quando os seres humanos surgiram e começaram a negociar mercadorias, as medidas eram fundamentais para poder fazer essas trocas. Na Revolução Industrial começou-se a fabricação de produtos em grande escala, os quais começaram a ser comercializados também em larga escala e, assim, foi necessária a utilização de medidas mais desenvolvidas para poder negociar os valores dos mesmos.

A Metrologia é a ciência que estuda as medidas e tem como finalidade a padronização das mesmas. Atualmente, a exportação de produtos deve estar dentro das normas de qualidade internacionais (CANTARINO, 2006) e a Metrologia tem essa função de fazer com que as medidas da Indústria estejam de acordo com essas normas internacionais. Para que os equipamentos utilizados para medidas nas indústrias estejam de acordo com as normas internacionais é necessário que se faça calibrações nesses instrumentos de medida. A calibração tem como objetivo assegurar que as leituras dos instrumentos sejam consistentes com outras medidas padrões, determinando sua exatidão (SOUZA, 2010). Para isso, as empresas de Metrologia no Brasil devem estar credenciadas junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que assegura que as medidas estejam de acordo com as normas de qualidade internacional.

As empresas de Metrologia podem realizar as calibrações de equipamentos dentro do laboratório da própria empresa de Metrologia, ou, ainda, fazer as calibrações nas empresas/indústrias. Assim, os técnicos que desenvolvem essas calibrações podem estar trabalhando em diferentes ambientes. E essas variações de ambiente podem trazer prejuízos à saúde desses técnicos, devido estarem expostos a agentes físicos, químicos ou biológicos.

A exposição a diferentes níveis de ruído pode prejudicar a audição dos funcionários das indústrias, devido ao barulho causado por máquinas, equipamentos, entre outros. A exposição excessiva ao ruído pode causar diferentes problemas aos trabalhadores, desde alterações nas funções fisiológicas até estresse e desconforto no ambiente de trabalho (ALMEIDA, 2008). Assim, Técnicos de Metrologia que atendem diferentes empresas podem estar expostos a diferentes tipos de ruído, sendo necessários cuidados para que a saúde desses técnicos não seja prejudicada.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente estudo objetivou avaliar os níveis de ruído em uma empresa de Metrologia, comparando os níveis de ruído com a legislação pertinente.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os níveis de ruído em um Técnico de Metrologia que atua em diferentes locais, realizando calibrações de instrumentos;
- Comparar os níveis de ruído com a legislação nacional;
- Avaliar a eficácia de equipamento de proteção individual (EPI) em um Técnico de Metrologia.
- Avaliar a necessidade do adicional de insalubridade de ruído com base na NR-15.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A exposição excessiva de funcionários de calibrações pode trazer riscos à saúde, especialmente para técnicos que desenvolvem atividades em diferentes empresas/indústrias, os quais estão diariamente sofrendo diferentes intensidades de ruído ao longo do dia. Assim, acompanhar a rotina desses funcionários, bem como avaliar se a exposição ao ruído está afetando a saúde e, conseqüentemente, a qualidade de vida desse técnico, é extremamente importante. Além disso, avaliar se os equipamentos de proteção individual, fornecido pela empresa, são eficazes para atenuar o ruído, sendo importante para compreender se esses equipamentos são os ideais para esse tipo de ruído.

## 2. REVISÃO DE LLITERATURA

### 2.1 METROLOGIA

Metrologia é uma palavra de origem grega (*metron*= medida e *logos*= ciência). Segundo o Vocabulário Internacional de Medidas metrologia: “*é a ciência da medição e suas aplicações*” (VIM, 2012). Em Levítico, capítulo 19, versículo 35 e 36, é possível encontrar a primeira referência de metrologia:

“Não cometeis injustiça no juízo, nem na vara, nem no peso, nem na medida. Balanças justas, pesos justos, efa [medida de volume] justos, e justo him [medida de peso] tereis; Eu sou o Senhor vosso Deus, que vos tirei da Terra do Egito.”

Atualmente, a Metrologia se divide em 3 áreas: Metrologia Científica, Metrologia Industrial e a Metrologia Legal. A Metrologia Científica emprega os instrumentos laboratoriais e metodologias científicas que tem por base os padrões de medidas para atingir altos níveis de qualidade metrológica. A Metrologia Industrial é utilizada na qualidade dos produtos acabados industrialmente, sendo empregada nos sistemas de controle produtivo da indústria. E a Metrologia Legal está relaciona aos sistemas de medição na área da saúde, meio ambiente e segurança (CICMAC, 2018).

Segundo Réche (2004), a metrologia tem uma grande importância sobre a vida das pessoas, desempenhando um papel essencial em diversas áreas: pesquisa e desenvolvimento, agricultura, medicina, indústria, distribuição de energia, comércio, construção e demais.

Na questão da economia do país, a metrologia atua de maneira significativa, devido a determinação do valor global dos produtos e serviços que são baseadas em medições. No campo econômico, proteger o consumidor enquanto compra produtos e serviços medidos, e também o vendedor enquanto está vendendo. Para manter a exatidão dos instrumentos de medição envolvidos nas áreas comerciais, é necessário contratar laboratórios de metrologia para realizar ensaios imparciais, sem estar beneficiando o outro (RÉCHE, 2004).

A Metrologia está presente em diversos setores do cotidiano, gerando confiabilidade, qualidade nas medidas, universalidade e credibilidade. Entretanto ela não se apresenta muito clara no setor empresarial, o qual não utilizam toda capacidade da metrologia, deixando a desejar produtos de melhor qualidade. A metrologia vai além da realização de padronização de medidas. Ela busca uma melhoria contínua na qualidade dos produtos, gerando competitividade e lucros entre as empresas concorrentes (CORREIA, 2004 apud SAMPAIO

2009). Além do que, medições inexatas podem trazer grandes efeitos negativos perante a Sociedade, como sérios riscos à saúde e a segurança, podendo levar até à morte de cidadãos. A necessidade de ter medidas exatas é de grande importância para o desenvolvimento social e econômico.

Segundo Cantarino (2006), a metrologia é uma área de pesquisa estratégica, pois para exportar produtos brasileiros, existe a necessidade de se respeitar as normas de qualidade internacional, através da certificação dos produtos por laboratórios metroológicos com credibilidade reconhecida. A fim de manter a confiabilidade das medições, principalmente nas indústrias, ocorre a necessidade de ter o provimento da rastreabilidade metroológica no país através de serviços de calibração, ensaios, materiais de referências, certificados e programas de ensaios de proficiência. A Figura 1 mostra como é a estrutura da hierarquia da rastreabilidade.



**Figura 1. Hierarquia do Sistema Metroológico**  
Fonte: INMETRO (2009)

As referências metroológicas do Brasil mantêm a confiabilidade através de comparações com os padrões do Escritório Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), uma organização com o compromisso de manter o Sistema Internacional de Unidades (SI) sob os termos da Convenção do Metro. Também podem ser comparados com padrões nacionais de outros países ou através de Institutos Nacionais de Metrologia (INM) que dão suporte ao SI. No Brasil, o Instituto que regulamenta as referências metroológicas é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

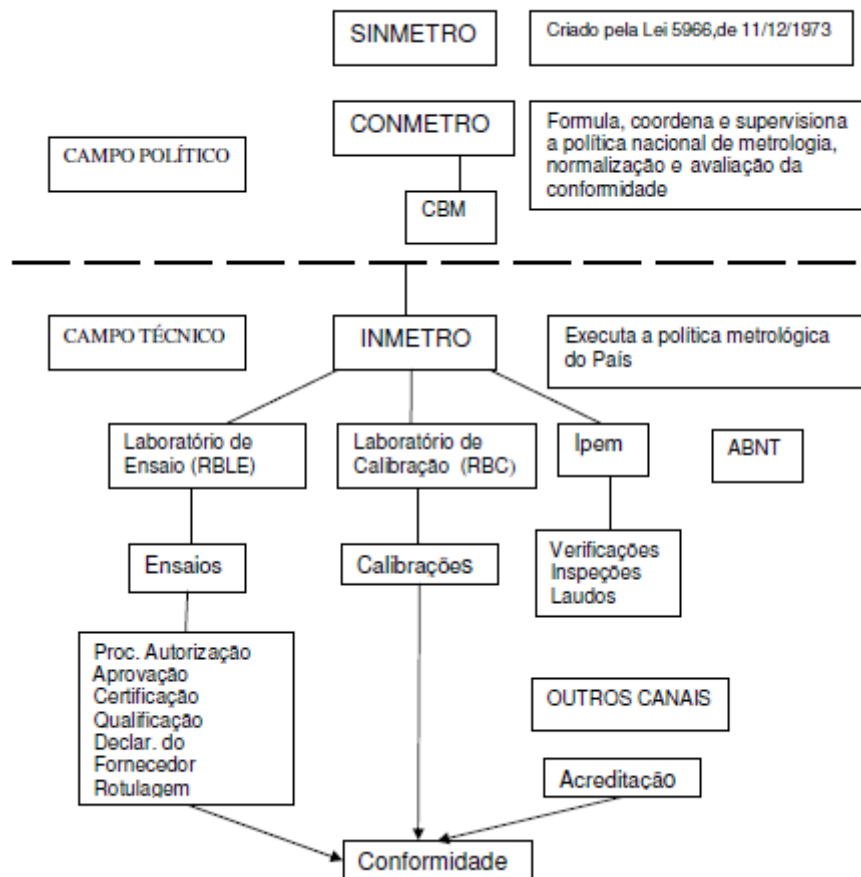
## 2.2 INMETRO

No tempo do Primeiro Reinado, as unidades de medidas se apoiaram nos padrões da Corte Portuguesa. Somente em 1830, no Segundo Reinado, Dom Pedro II declara a Lei Imperial nº 1157, oficializando em todo o território nacional, a utilização do sistema métrico decimal francês.

Com o crescimento industrial no século XX, houve a necessidade de criar no Brasil instrumentos mais eficazes de controle para proteger os consumidores e produtores. Então, em 1961, foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), adotando, em 1962, o Sistema Internacional de Unidades (SI). No final da década de 60, o crescimento econômico no Brasil cria novas políticas governamentais para o apoio do setor produtivo. Vieram novos desafios para Indústria, como a necessidade de acompanhar a tecnologia, a exatidão e principalmente as exigências do consumidor (INMETRO, 2018). Através da Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, constituiu-se o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), com a intenção de desenvolver e implementar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industrializados; estabeleceu-se o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) que desempenha a função de órgão normativo do SINMETRO e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) que atua como Secretaria Executiva do CONMETRO (SAMPAIO, 2009).

O SINMETRO é formado por entidades privadas e públicas, que atuam em atividades relacionadas à metrologia, normatização industrial e com a certificação da qualidade dos produtos industriais acreditados pelo Laboratório Nacional de Metrologia, laboratórios acreditados em calibrações (RBC – Rede Brasileira de Calibração), ensaios (RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios) e a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – INMETRO (RBMLQ-I) (SAMPAIO, 2009).

O SINMETRO procura atender às necessidades do comércio, da indústria, do governo e do consumidor através de serviços tecnológicos, sendo capaz de certificar a qualidade dos produtos, processos e serviços através da rede de laboratórios de ensaio e de calibração. A Figura 2, apresenta a estrutura que compõe o SINMETRO.



**Figura 2. Estrutura do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO)**  
**Fonte: Sampaio (2009)**

A intenção da criação do INMETRO é basicamente para fortalecer as empresas nacionais, aumentar a qualidade dos produtos e serviços, prover rastreabilidade para o país através da prestação de serviços de calibração, ensaios, ensaios de proficiência e com comparações internacionais (SAMPAIO, 2009).

No Brasil, os instrumentos de medição e medidas materializadas estão sujeitos ao controle metroológico, ao interesse à segurança das pessoas nas áreas da saúde, ao meio ambiente, atividades econômicas e aos produtos pré-medidos. Para cada instrumento fabricado, o mesmo deve ser submetido à verificação inicial para garantir a sua exatidão antes do uso. Quando o mesmo se encontra em uso, o seu dono é responsável pela manutenção e uso correto para garantir a exatidão, como também é responsável por fazer verificações inspeções e verificações (INMETRO, 2018).

## 2.3 SOM E RUÍDO

### 2.3.1 CONCEITO

Segundo Almeida (2008), o som é um distúrbio mecânico que se propaga através dos movimentos das ondas no ar e também nos meios elásticos e mecânicos. Através dos fenômenos físicos se tem uma sensação auditiva, porém nem todas as ondas sonoras promovem esta sensação. O ultrassom, por exemplo, utiliza frequência alta, porém não é capaz de estimular a percepção de audição nas pessoas.

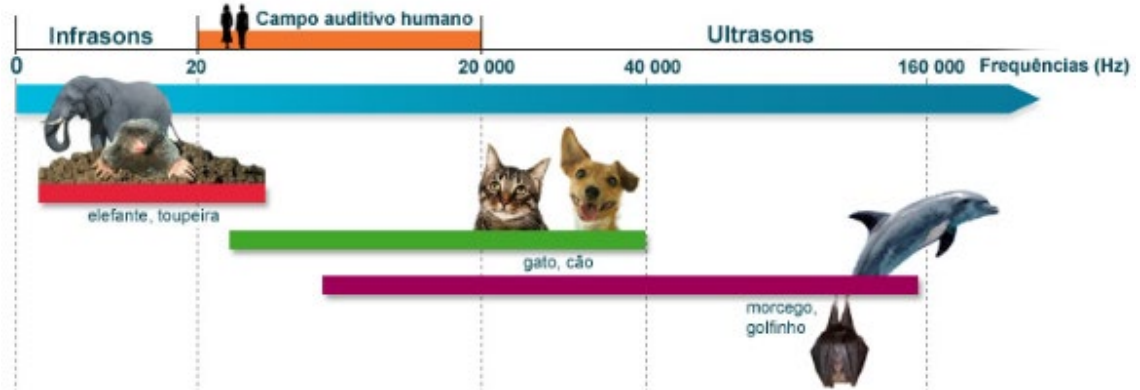
Se a propagação das ondas sonoras ocorrer de forma harmoniosa, acaba gerando um som, ou se for de forma desagradável, gera um ruído, dependendo da interpretação do indivíduo. Por exemplo, o alarme do despertador para quem programou é de grande importância gerando um som, mas para as outras pessoas próximas, pode ser considerado como um ruído.

Segundo Oliveira e Ribas (1995), existe uma dificuldade de estabelecer os limites precisos entre o som e de ruído, pois está relacionado a uma dimensão psicológica. O tempo de duração, cruzamentos súbitos de intensidade, o estado de espírito, informações trazidas pelo ruído, forma física e a atividade exposta a fonte sonora, são as variáveis que dificultam estabelecer o limiar entre o som e ruído.

### 2.3.2 CLASSIFICAÇÃO DO RUÍDO E DO SOM

Segundo Ottoni et al. (2012), o som apresenta as seguintes principais atributos: frequência, duração, intensidade e timbre. O processo de propagação do som é definido pela frequência sonora (PORTELA, 2008). Entende-se como frequência sonora, o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som, em Hertz (Hz). O mesmo autor diz que as faixas que os nossos ouvidos são capazes de captar, vão de 20 a 20000 Hz. Como mostra a ilustração na Figura 3 a seguir.





**Figura 3. Faixas de frequência sonora**  
**Fonte: Pujol (2018)**

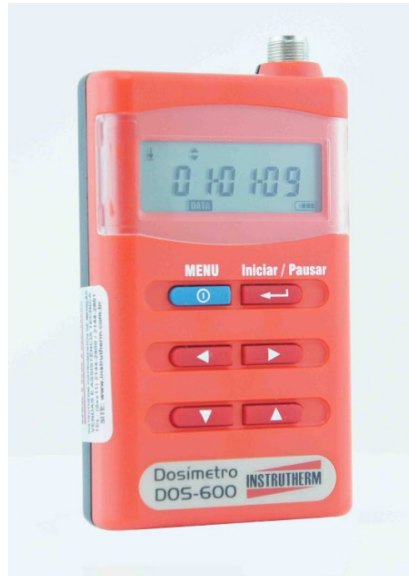
A intensidade é o fluxo contínuo de energia carregada pela onda sonora através de uma área em um ponto no espaço, onde a unidade de medida usada é watts por metro quadrado ( $W/m^2$ ) (CORTIVO, 2011). A determinação do grau de potência de uma onda sonora é a partir do NPS (Nível de Pressão Sonora), sendo expresso em dBA (decibel). Como o som ou o ruído se caracteriza de flutuações da pressão atmosférica em volta da pressão equilíbrio, buscou-se uma escala logarítmica para expressar os níveis de pressão sonora, adotando o limiar da audição humana como base (PORTELA, 2008). A Figura 4 apresenta os níveis de pressões sonoras e as atividades geradoras de sons associados.

| Intensidade da pressão sonora | Ruído (dB) | Exemplos típicos            |
|-------------------------------|------------|-----------------------------|
| 100.000.000.000.000           | 140        | -limiar da dor              |
| 10.000.000.000.000            | 130        | -avião a jato               |
| 1.000.000.000.000             | 120        | -britadeira pneumática      |
| 100.000.000.000               | 110        | -buzina de carro (1m)       |
| 10.000.000.000                | 100        | -forjaria                   |
| 1.000.000.000                 | 90         | -estamparia                 |
| 100.000.000                   | 80         | -serra circular             |
| 10.000.000                    | 70         | -máquinas-ferramenta        |
| 1.000.000                     | 60         | -barulho do tráfego         |
| 100.000                       | 50         | -máquina de escrever (2m)   |
| 10.000                        | 40         | -fala normal                |
| 1.000                         | 30         | -escritório (10 pessoas)    |
| 100                           | 20         | -escritório (2 pessoas)     |
| 10                            | 10         | -sala de estar              |
| 1                             | 0          | -biblioteca                 |
|                               |            | -quarto de dormir (à noite) |
|                               |            | -sala acústica              |
|                               |            | -limiar da audição          |

**Figura 4. Ruído e exemplos de fontes**  
**Fonte: IIDA (2005)**

### 2.3.3 EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO

Os audiodosímetros, ou dosímetros de ruído, são equipamentos de medição capazes de fornecer um relatório de medição, contendo a dose de ruído, nível equivalente de ruído, também disponibilizando histogramas com as variações obtidas durante as medições. Atualmente, existem diversas marcas de audiodosímetros disponíveis no mercado. Na Figura 5, está um dos modelos de audiodosímetros disponíveis no mercado.



**Figura 5. Modelo de Audiodosímetro disponível no mercado.**  
**Fonte: Instrutherm (2018)**

Os medidores de níveis de pressões sonoras são instrumentos de medição de ruído instantâneo. São utilizados para medição de ruído de impacto, ajustado na curva “C” e ruído contínuo, ajustado na curva “A” (FORMIGONI, 2013). A Figura 6 ilustra um medidor de nível de pressão sonora.



**Figura 6. Medidor de nível de pressão sonora**  
**Fonte: Instrutherm (2018)**

Além dos equipamentos de medição, existe a necessidade de validar os valores obtidos pelo medidor de nível de pressão sonora e do audiodosímetro. Para isso existe o calibrador

acústico, um instrumento que gera valores distintos de pressão sonora (94 e 114 dBA, geralmente) em 1000 Hz. O calibrador acústico deve ser utilizado no medidor de nível de pressão sonora ou no audiodosímetro antes da iniciação da coleta de dados para acertar os valores definidos (ajuste). A Figura 7 apresenta um calibrador acústico em utilização.



**Figura 7. Calibrador acústico e sua utilização.**  
Fonte: Instrutherm (2018)

#### 2.3.4 LIMITES DE RUÍDO TOLERÁVEL

Para a avaliação do nível de ruído, a Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres (BRASIL, 2016c), estabelece os limites de exposição de ruído contínuo ou intermitente em função da jornada de trabalho diário, conforme a Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1. Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente ao longo do período de trabalho.**

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

**Fonte: Guia trabalhista (2018)**

Se durante a jornada de trabalho, o trabalhador estiver exposto a dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados e não seus efeitos isolados (BRASIL, 2016c). Esse efeito combinado, também é chamado de dose. Segundo Calixto (2002), o nível de ruído equivalente é um nível constante, que, em termos de energia acústica, representa um valor único de ruído em um período de medição para a NR-15.

Segundo o Anexo I da NR-15, os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dBA), com o nível de pressão sonora em compensação “A” e modo *slow*. Qualquer exposição acima dos limites de tolerâncias previstos é considerada atividade insalubre. O indivíduo não pode estar exposto a ruídos acima de 115 dBA(A), intermitente ou

contínuo, sem a utilização de EPI (Equipamento de Proteção Individual). Caso haja a não utilização de proteção adequada acima de 115 dBA(A), haverá risco grave e iminente.

Segundo a NR-3, risco grave e iminente é toda aquela condição ou situação de trabalho que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho com lesão grave à integridade física do trabalhador (BRASIL, 2016a).

### 2.3.5 EFEITOS DO RUÍDO NO SER HUMANO

Os efeitos iniciais são a dificuldade de se entender algumas palavras, pois, na comunicação verbal, são usadas frequências mais altas (consoantes) e o indivíduo começa a perder a percepção pelas frequências altas. A percepção da dificuldade auditiva ocorre muito tarde, impossibilitando que o dano seja revertido, não existindo medicamentos capazes de recuperar a audição por completo (CALIXTO, 2002).

É importante acentuar que existem diversos fatores propensos a perda auditiva, como enfermidades cardiovasculares, diabetes, tabagismo e idade. A combinação de remédios (antibióticos, salicílicos, diuréticos) e exposição ao estímulo sonoro pode aumentar os danos causados à audição. Por essa razão, quando avalia as perdas auditivas ocupacionais, é fundamental avaliar os outros agentes causais, que associados a exposição ao ruído, aumentam seus efeitos sobre a audição (UGALDE et al. 2000; BIES e HANSEN, 2003 *apud* ALMEIDA, 2008).

Também são criados problemas psicológicos pela perda parcial de audição. Dificuldade em assistir uma televisão, ouvir rádio, sentir o distanciamento de amigos de trabalho, que mesmo sem intenção, discriminam a pessoa pela sua dificuldade de ouvir. A pessoa acaba ficando isolada, levando à depressão (PORTELA, 2008).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS, as principais decorrências do ruído na saúde humana, estão relacionados com os seguintes fatores (VIEIRA, 1995):

- interferência na comunicação verbal;
- incômodo;
- aumento de acidentes: pela interferência na comunicação e escuta;
- físicos (patológicos): perda auditiva induzida por ruído - PAIR, mudança temporária no limiar - TTS ou fadiga auditiva e trauma;
- fisiológicos: perturbações funcionais do sistema nervoso, aparelho digestivo, aumento da pressão sanguínea;
- sensorial: otalgia, desconforto, zumbido;
- psicológicos: dor de cabeça, fadiga e irritabilidade;
- performance: distração, falta de atenção e concentração;

- absenteísmo no trabalho e na escola: distúrbio do sono;
- diminuição da produção e qualidade;

### 2.3.6 EPI AUDITIVO

A proteção contra a exposição de ruído no trabalhador consiste na utilização do EPI auditivo, ou na redução da carga horária de trabalho no local com a utilização de revezamento de trabalhadores.

Muitas vezes, controlar o ruído é financeiramente ou tecnicamente inviável. Nesses casos, ocorre o fornecimento de EPI pela empresa para o colaborador, devido seu custo baixo e da grande variedade destes produtos disponíveis no mercado, contornando os possíveis problemas que poderiam ser causados pelo ruído.

A NR-6 enfatiza que para ser considerado EPI, de fabricação nacional ou importado, é necessário apresentar o Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2016b).

Desde 25 de março de 2003, para obter o Certificado de Aprovação de protetores auditivos, devem ser realizados ensaios de acordo com a norma ANSI.S.12.6/1997 – Método B – Método do Ouvido Real – Colocação pelo Ouvinte. Sendo assim, as atenuações dos protetores seriam expressadas em NRR<sub>sf</sub>. Na metodologia do NRR (Taxa de Nível de Redução de Ruído), as pessoas recebem auxílio do experimentador no momento da colocação. Já no NRR<sub>sf</sub> (Taxa de Nível de Redução do Ruído/Colocação Subjetiva), as pessoas são inexperientes de uso de protetores auditivos e fazem a colocação com base instrução do fabricante. Sendo assim, os resultados são mais reais, pois fatores como facilidade de colocação e o modo de uso influenciam no resultado. Se no ambiente houver predominância de ruídos de baixa frequência, o NRR<sub>sf</sub> não se torna a melhor forma de obter atenuação, sendo necessário verificar a performance do protetor auditivo em cada frequência com o fabricante (3M, 2018). Segundo Cioate (2005), a faixa dos NRR<sub>sf</sub> dos protetores existentes no mercado está, em geral, entre 0 e 25 dBA. Na Figura 8 seguir, é possível observar os EPI's existentes.



**Figura 8. Equipamentos de proteção individual auditivo disponíveis no mercado.**  
Fonte: Logística 3° K (2018)

### 2.3.7 O ADICIONAL DE INSALUBRIDADE

Com base na NR-15, o adicional de insalubridade assegura ao trabalhador a percepção de adicional, incidente sobre o salário mínimo da região, sendo de 40% para insalubridade de grau máximo, 20% para grau médio e 10% para grau mínimo. No caso de incidência de mais de um fator de insalubridade, será considerado apenas a de grau maior, sem efeito acumulativo.

Caso venha a ocorrer a eliminação ou neutralização da insalubridade, determina-se a cessação do direito de pagamento adicional. A eliminação ou neutralização da insalubridade, deverá ocorrer com adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância e com a utilização de equipamento de proteção individual.

Atualmente as empresas vêm tomando como iniciativa o uso do EPI, por se tratar de um equipamento protetivo de baixo custo, sendo mais vantajoso a distribuição entre os seus colaboradores ao invés de grandes reformas para realizar o isolamento do ruído, que muitas vezes acaba sendo em vão.

### 3. METODOLOGIA

No presente trabalho realizou-se a análise da exposição de ruído na rotina do colaborador em uma empresa de Laboratório de Metrologia, sendo que o trabalho é realizado dentro do laboratório e também em empresas. O laboratório é composto de diversas salas com suas respectivas áreas acreditadas, sendo as calibrações nas salas de temperatura/elétrica e de vazão de ar e nos clientes externos. A sala de temperatura é o local onde se concentra a maior quantidade de equipamentos (fornos, geladeiras, congeladores, bomba vácuo, banho térmico, multi-calibrador de mesa, transformadores de energia). A sala de vazão é o local onde se encontra o equipamento de medição de vazão de vento de bancada, conhecido como túnel de vento, com capacidade de atingir até 20 m/s.

A rotina do colaborador é basicamente: chegada ao local de trabalho e verificação de serviços externos do dia; caso positivo, preparação dos instrumentos que auxiliam na calibração externamente, deslocamento até o cliente, procedimento de integração na empresa, início dos serviços de calibração, término dos serviços, deslocamento de retorno e fim do dia. Em dias que não tem serviço externo, o técnico fica presente internamente no laboratório realizando e auxiliando demais técnicos nas calibrações de instrumentos dos clientes.

Durante o dia de serviço, há necessidade de o técnico estar se deslocando ao cliente. Durante o percurso, foi mantida a gravação do audiodosímetro de ida e volta e dentro dos estabelecimentos dos clientes. Por se tratar de serviços externos, onde é realizado agendamento com antecedência, é impossível de realizar medições de vários dias no mesmo local, pois são realizadas calibrações em diferentes locais ao longo da semana.

Para realização das dosimetrias de ruído utilizou-se o método da Dose Diária, com base nos critérios do Anexo I da Norma Regulamentadora 15, a qual estabelece os Limites de Tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes durante a jornada de trabalho.

#### 3.1 COLETA DE DADOS

Para a realização da coleta de dados, foi utilizado o aparelho audiodosímetro da marca Instrutherm, modelo DOS-500 (Figura 9). Na obtenção de dados, a avaliação iniciou-se na chegada ao local de trabalho na parte da manhã, pausando no horário de almoço e finalizando ao final do dia de trabalho. Segundo a Norma de Higiene Ocupacional 01 da



FUNDACENTRO (2001), o microfone do audiodosímetro deve ser colocado na região auditiva do técnico para obter valores representativos de ruído em que o mesmo está submetido durante a sua jornada de trabalho. Foram considerados 10 dias de coletas de dados para analisar.



**Figura 9. Audiodosímetro modelo Instrutherm DOS-500.**  
**Fonte: Próprio Autor (2018).**

O audiodosímetro foi configurado com base na NR-15 antes de realizar as medições. Foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Nível de critério ( $L_c$ ) = 85 dBA;
- Nível de limiar de integração ( $L_t$ ) = 85 dBA;
- Fator duplicativo de dose ( $EA$ ) = 5;
- Constante de tempo ou de resposta = resposta lenta (*slow*).

Nos locais onde é perceptível ruído foi utilizado o medidor de nível de pressão sonora para obter o  $NPS_{amb}$ , a fim de avaliar se a utilização do EPI auditivo era obrigatória. A avaliação do  $NPS_{amb}$  foi realizada no momento em que o técnico chegou no local de calibração. Para se obter o valor do Nível de Pressão Sonora Ambiente ( $NPS_{amb}$ ) foi utilizado o medidor de Nível de Pressão Sonora digital da marca Icel Manaus, modelo DL-4200 (Figura 10).



**Figura 10. Medidor de nível de pressão sonora Akso.**  
**Fonte: Próprio Autor (2018).**

A realização da calibração do audiodosímetro foi através do instrumento Calibrador Acústico da marca Instrutherm, modelo CAL-5000, em 94 dBA e 1000 Hz (Figura 11). Essa calibração é realizada diariamente para que os valores obtidos pelo audiodosímetro e medidor de Nível de Pressão Sonora estivessem ajustados.



**Figura 11. Calibrador Acústico**  
**Fonte: Instrutherm (2018)**

### 3.2 METODOLOGIA DE CÁLCULOS

A utilização do audiodosímetro permite obter os resultados automáticos, conforme a sua utilização. O próprio instrumento calcula a dose de ruído por meio da Equação 1.

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{T_i} \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo que  $D$  é a dose ruído da jornada de trabalho,  $C_i$  indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e  $T_i$  indica a máxima exposição diária permissível a este nível, sendo que esse valor pode ser visto anteriormente na Tabela 1. O

valor obtido é adimensional, mas pode ser lido também em porcentagem, multiplicando por 100.

O Nível de Exposição (NE), apesar de não fazer parte da NR-15, representa um nível virtual e contínuo, que não varia com o tempo e que é equivalente a todos os níveis reais encontrados e seus tempos de duração. A Equação 2 mostra como o NE é obtido.

$$NE = 85 + \left[ 16,61 \log \left( \frac{480 D}{T} \right) \right] \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo D a dose de ruído e o T como tempo de avaliação em minutos.

É possível obter o valor do Nível de Exposição Normalizado (NEN), ruído representativos, que equivale a uma jornada de 8 horas padrão. A Equação 3 mostra como o NEN é obtido.

$$NEN = NE + 16,61 \log \left( \frac{T_e}{480} \right) \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo NE o Nível de Exposição e  $T_e$  a duração da jornada de trabalho em minutos.

Para obter o valor de ruído que chega na orelha protegida, ou seja, com aparelho de proteção individual, deve ser usado a Equação 4.

$$NP_{so} [db(A)] = NPS_{amb} (A) - NRR_{sf} (A) \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo  $NP_{so}$  o valor de ruído que chega no ouvido protegido,  $NPS_{amb}$  o ruído ambiente,  $NRR_{sf}$  é o valor obtido pelos testes de ensaio do fabricante, indicado na embalagem do EPI.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 NÍVEIS DE RUÍDO

As medições realizadas com o audiodosímetro foram feitas ao longo de toda a jornada de trabalho do colaborador (Tabela 2, Figuras S1-S10 do Apêndice).

**Tabela 2. Dose de Ruído Diário obtidos diariamente pelo Técnico em Metrologia.**

|   | Dia 1 | Dia 2 | Dia 3 | Dia 4 | Dia 5 | Dia 6 | Dia 7 | Dia 8 | Dia 9 | Dia 10 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>115 dBARMS</b>                       | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não    |
| <b>Excedeu 140 dBA</b>                  | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não   | Não    |
| <b>Data de início (dd:mm)</b>           | 30/10 | 31/10 | 05/11 | 06/11 | 07/11 | 08/11 | 12/11 | 13/11 | 14/11 | 16/11  |
| <b>Hora de início (hh:mm)</b>           | 07:41 | 07:56 | 07:56 | 06:59 | 07:58 | 05:55 | 07:37 | 07:43 | 07:22 | 08:33  |
| <b>Hora de Finalização (hh:mm)</b>      | 17:56 | 16:55 | 16:59 | 16:59 | 18:00 | 19:26 | 17:40 | 17:46 | 18:01 | 17:39  |
| <b>Tempo de exposição - Rec (hh:mm)</b> | 09:29 | 07:17 | 08:22 | 08:59 | 09:02 | 12:10 | 09:23 | 09:17 | 10:37 | 09:05  |
| <b>Valor de dose (%)</b>                | 16,53 | 84,82 | 32,53 | 24,36 | 1,39  | 45,03 | 10,56 | 12,21 | 49,58 | 20,74  |
| <b>NE (dBA)</b>                         | 70,79 | 84,49 | 76,58 | 73,98 | 53,28 | 76,22 | 67,63 | 68,76 | 77,90 | 72,74  |
| <b>NEN (dBA)</b>                        | 70,86 | 84,45 | 76,60 | 74,03 | 53,33 | 76,40 | 67,70 | 68,82 | 78,02 | 72,79  |

**Fonte: Próprio Autor (2018)**

Durante os dias de coleta, nenhum dia apresentou dose acima de 100%. O segundo dia de coleta apresentou pico máximo de 84,82 %. O quinto dia, como foi de serviços internos em laboratório, apresentou o menor pico, sendo de 1,39 %.

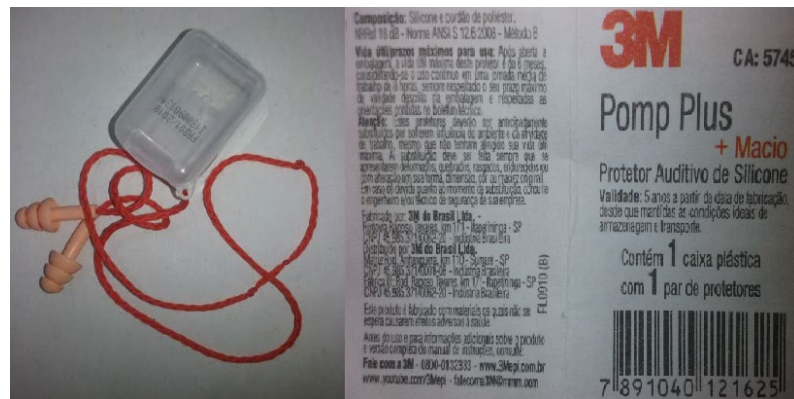
Em relação ao NE, nível médio representativo da exposição ocupacional diária, em todos os dias de coleta ocorreram valores inferiores a 85 dBA, baseado na NR-15. O dia 5 apresentou pico mínimo 53,28 dBA e o dia 2 apresentou pico máximo de 84,49 dBA.

Em relação ao NEM, nível de exposição convertido para uma jornada padrão de 8 horas, o dia 5 apresentou 53,33 dBA e o dia 2 apresentou 84,45 dBA, sendo considerados o menor e maior valor, respectivamente.

## 4.2 EFICIÊNCIA DO EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

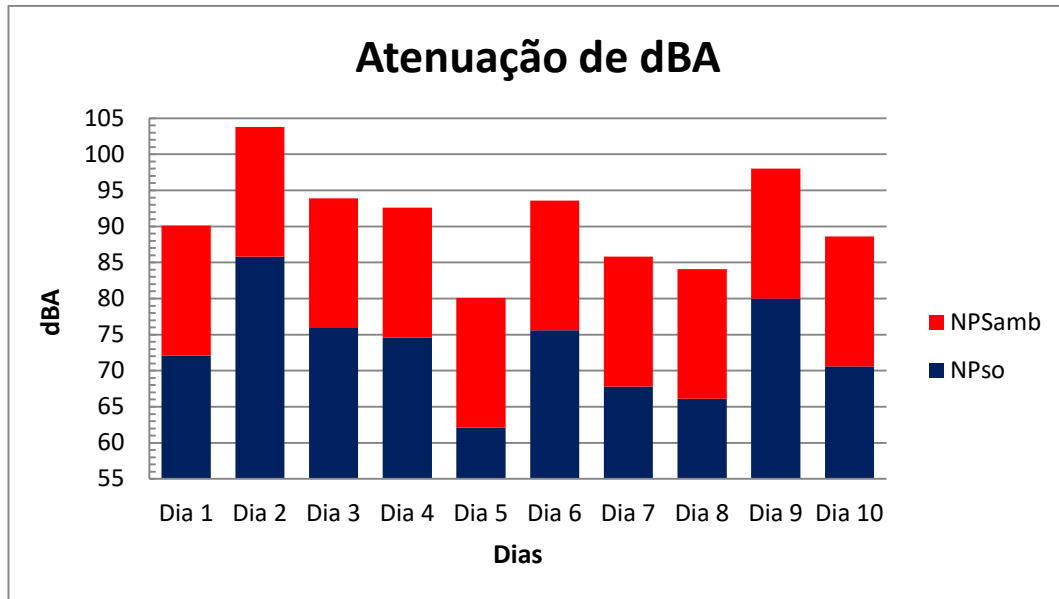
O fornecimento de EPI ao colaborador é feito quando solicitado ao setor de Recursos Humanos da empresa. A empresa de metrologia forneceu ao técnico de calibração o EPI do tipo plug de silicone (

Figura 12), que possui um  $NRR_{sf}$  de 18 dBA, ou seja, o valor de atenuação de ruído do ambiente.



**Figura 12. Equipamento de proteção individual auricular fornecido para o técnico.**  
**Fonte: Próprio Autor (2018)**

As medições do  $NPS_{amb}$  realizada com o medidor de Nível de Pressão Sonora mostraram que os níveis de ruído do ambiente onde o técnico realizou calibrações variaram entre 103,8 dBA no dia 2 e 80 dBA no dia 5 (Figura 13). Os valores da  $NP_{so}$  obtido através da Equação 4, mostram que os níveis de ruído que chega ao ouvido do técnico com a utilização do EPI variam entre 86 dBA e 63 dBA (Figura 13).



**Figura 13. Atenuação de dBA.**  
**Fonte: Próprio Autor (2018)**

É possível observar que no dia 2 de coletas o ambiente apresentou altos valores de ruído, sendo que o técnico estava em uma indústria do setor automobilístico, que produz forro interno do piso dos carros, um local de necessidade de utilização do EPI auricular devido à grande quantidade de equipamentos do tipo prensa. O medidor de nível de pressão sonora encontrou 103,8 dBA de ruído no local de calibração, mas, com a utilização do EPI, o técnico estava recebendo um NPS de 85,8 dBA. Neste caso o protetor pode ser ineficaz, caso ultrapasse 7 horas de jornada de trabalho no local.

No dia 5, a maior parte do dia o técnico ficou dentro do laboratório da empresa, sendo um local de menos ruído. No laboratório, os serviços se restringem em calibrações de instrumentos dos clientes (termômetros, manômetros, audiodosímetros, multímetro e anemômetros), verificação de certificados e demais serviços internos.

No dia 9, no início da manhã houve a necessidade verificar um anemômetro no túnel de vento na velocidade baixa. Como regra da empresa, no laboratório de vazão é obrigatória a utilização de EPI. O medidor de pressão sonora mostrou um ruído 98 dBA, sendo que, portanto, o técnico utilizando o EPI estava suficientemente protegido. Durante o restante do dia, o técnico esteve presente em uma indústria de injeção de polímeros, com altos níveis de ruído.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que empresas de metrologia podem apresentar riscos à saúde auditiva dos seus funcionários, principalmente dos técnicos que desenvolvem atividades fora do laboratório da empresa. Esses funcionários apresentam mais riscos de terem sua saúde auditiva prejudicada, pois são direcionados a diferentes empresas diariamente, que fez com que o técnico sofresse diferentes intensidades de ruídos ao longo do dia.

Os níveis de ruído obtidos pelo audiodosímetro variaram também ao longo dos dias, onde em todos os dias de coleta os locais de calibração visitados pelo técnico apresentaram valores de ruído ambiente superiores a 85 dBA em algum momento do dia, entretanto, a dose de ruído por tempo de avaliação não ultrapassou o valor de 100% em nenhum dos dias. Estando dentro das normas da NR-15. Por outro lado, o medidor de  $NPS_{amb}$  obteve valores superiores a 85dBA, exceto nos dias 5 e dia 8, mas mesmo assim, o técnico utilizou o EPI auditivo, devido as variações que podem ocorrer na intensidade de ruído ao longo do dia. Assim, a utilização do EPI de proteção auricular os valores atenuados ficaram dentro dos níveis de ruído permitido pela NR-15, com exceção do dia 2, onde o funcionário apresentou níveis de ruído maiores de 85 dBA, sendo permitida uma jornada de trabalho de apenas 7 horas no local de exposição, segundo a NR-15. Isso mostra, que essa técnica de proteção deve ser utilizada por empresas desse ramo (metrologia) sem causar prejuízos à saúde dos seus funcionários.

Cabe ressaltar ainda, que além de serem eficientes, esses equipamentos são extremamente baratos e permitem o controle de utilização pelo próprio funcionário. Devido à utilização do EPI auricular, o Técnico de Metrologia não possui direito ao adicional de insalubridade, posto que, conforme a NR-15, a eliminação ou neutralização da insalubridade com a utilização de EPI já é suficiente para cessação do pagamento.

## REFERÊNCIAS

- 3M. Proteção Auditiva: A Proteção Auditiva que está muito além da atenuação. Disponível em: < <https://goo.gl/Jk3WBd>>, acessado dia 16 de novembro de 2018.
- ALMEIDA, N.U. O controle do ruído ambiental em empresas da cidade industrial de Curitiba. 2008. 171f. Dissertação (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- BIES, D. A.; HANSEN, C. H. **Engineering Noise Control: Theory and Practice**. 3. ed. London: Spon Press, 2003. *Apud*: ALMEIDA, N.U. O controle do ruído ambiental em empresas da cidade industrial de Curitiba. 2008. 171f. Dissertação (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-03 – CIPA**. (2016a). Manual de Legislação Atlas. 75a Edição, São Paulo: Atlas. 1978.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-06 – CIPA**. (2016b). Manual de Legislação Atlas. 75a Edição, São Paulo: Atlas. 1978.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 – CIPA**. (2017b). Manual de Legislação Atlas. 75a Edição, São Paulo: Atlas. 1978.
- CALIXTO, A. **O ruído gerado pelo tráfego de veículos em “rodovias-grandes avenidas” situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba, analisado sob parâmetros acústicos objetivos e seu impacto ambiental**. 2002, 135f. Dissertação (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- CANTARINO, C. Metrologia química: nova fronteira na área de alimentos e bebidas. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 2, n. 4, p. 20-21, set/out 2006.
- CICMAC. Centro integrado de capacitação em metrologia e avaliação da conformidade. INMETRO, Porto Alegre. Disponível em: < [http://www.inmetro.rs.gov.br/cicmac/material\\_didatico/polig\\_conceito\\_metrologia.pdf](http://www.inmetro.rs.gov.br/cicmac/material_didatico/polig_conceito_metrologia.pdf)>, acessado dia 13 de novembro de 2018.
- CIOTE, F.A.; CIOTE, R.F.F; HABER, J. Análise da atenuação de ruído de protetores auriculares. **Exacta**, São Paulo, n. 3, p. 71-77, 2005.
- CORREIA, F. Metrologia: investimento indispensável para o crescimento. *Revista Metrologia & Instrumentação*, 2004. *Apud*: SAMPAIO, F.E.L. et al. O papel da metrologia legal no INMETRO como ferramenta de política industrial. 2009. In: Congresso Brasileiro de Metrologia, V, 2009. **Anais...** Salvador, 2009.
- CORTIVO, F.R.D. **Mapeamento sonoro de indústria de celulose e papel**. Dissertação (Meio Ambiente Urbano e Industrial), 2011, 105f. Universidade Federal do Paraná, SENAI e Universidade de Stuttgart, Curitiba, 2011.



FORMIGONI, C.E.M. **Avaliação e caracterização de insalubridade por exposição a ruído ambiental dos trabalhadores de uma empresa de gerenciamento de resíduos industriais.** 2013, 61f. Monografia (Engenharia em Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2013.

LOGÍSTICA 3º K. Logística 3º K: Gestão de saúde e segurança do trabalho. 2018. Disponível em: < <https://logistica3k2018.blogspot.com/2018/04/nr-6-equipamento-deprotecao-individual.html> >, acessado dia 22 de outubro de 2018.

IIDA, I. **Ergonomia - Projeto e Produção.** Ed. Edgard Blucher. 2ª Ed. São Paulo, 2005.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. 2018. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/estrutura.asp>>, acessado em: 12 de outubro de 2018.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. 2018. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/inmetro/historico.asp>>, acessado em: 13 de novembro de 2018.

INSUTHERM. Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda. 2018. Disponível em: <<https://www.instrutherm.net.br> >, acessado em: 12 de outubro de 2018.

GUIA TRABALHISTA. Guia trabalhista: NR 15. Disponível em: < [http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15\\_anexoI.htm](http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15_anexoI.htm)>, acessado dia 13 de novembro de 2018.

OLIVEIRA, T.A.; RIBAS, O.T. **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto.** Série Saúde e Tecnologia – Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto. Brasília, 1995.

OTTONI, A.O.C. et al. Estudo do espectro sonoro nos limiares de altas frequências em trabalhadores expostos ao ruído. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, São Paulo, v. 78, n. 4, p. 108-114, jul-ago, 2012.

PORTELA, B.S. **Análise da exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus urbanos: avaliações objetivas e subjetivas.** 2008, 87f. Dissertação (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PUJOL, R. Cochlea. 2018. Disponível em: < <http://www.cochlea.org/po/som/campo-auditivo-humano>>, acessado dia: 13 de novembro de 2018.

RÉCHE, M. M. **Novas formas de atuação para a metrologia legal no Brasil.** 2004. 114fls. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

SAMPAIO, F.E.L. et al. O papel da metrologia legal no INMETRO como ferramenta de política industrial. 2009. In: Congresso Brasileiro de Metrologia, V, 2009. **Anais...** Salvador, 2009.

SOUZA, C. **Metrologia**: Notas históricas. 2010, 35f. CATIM, 2010. Disponível em:<<http://www.catim.pt/Catim/PDFS/metrologia-introducao.pdf>>, acessado dia 24 de novembro de 2018.

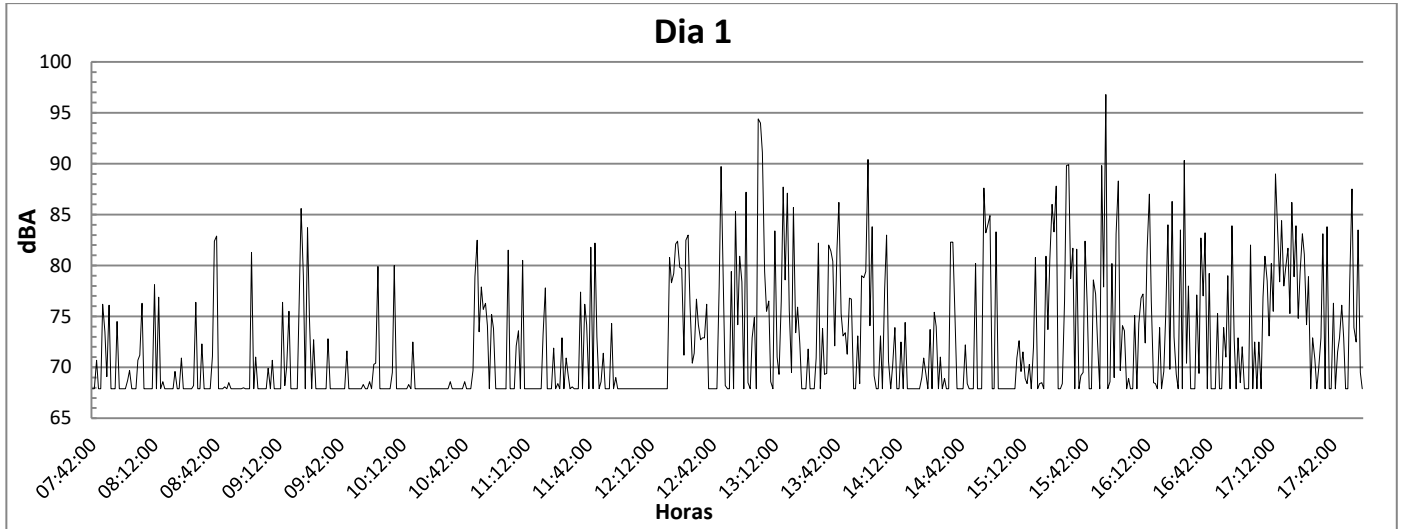
UGALDE, A. C. L. et al. **Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia publica**. Rev. Facultad de Medicina UNAM, México, v. 43, n. 2, mar-abr, 2000.

VIEIRA, S. I. **Medicina Básica do Trabalho**: volume I. 1995. 1ª Ed. Editora Genesis, Curitiba, 1995.

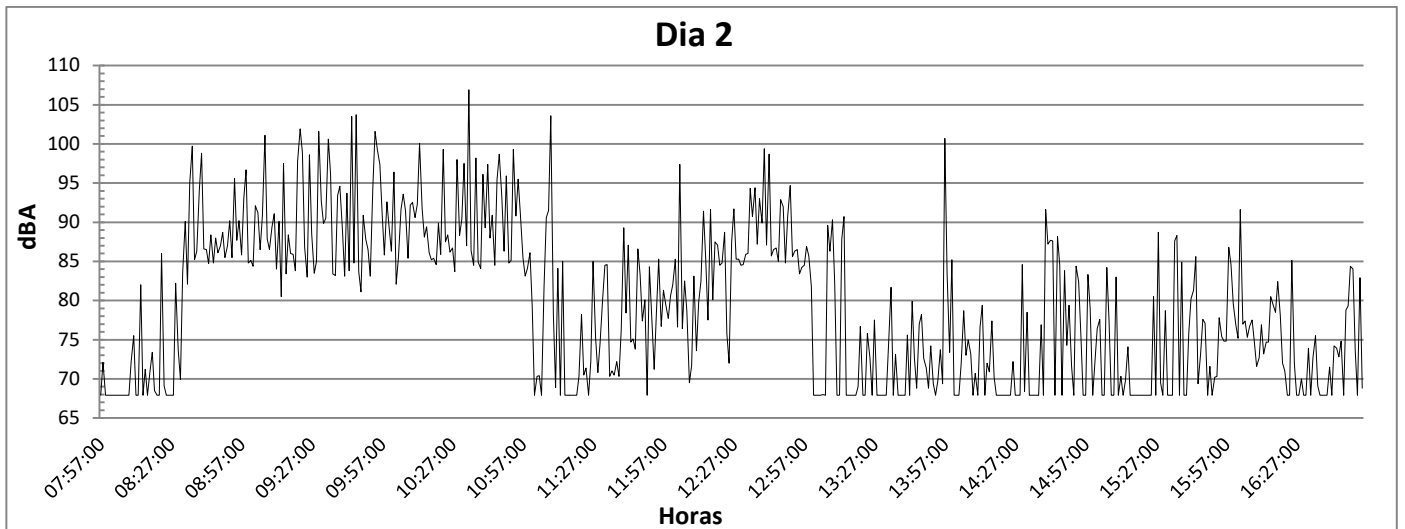
VIIM. **Vocábulo internacional de Medida**: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. INMETRO, Duque de Caxias, 2012.

## APÊNDICES

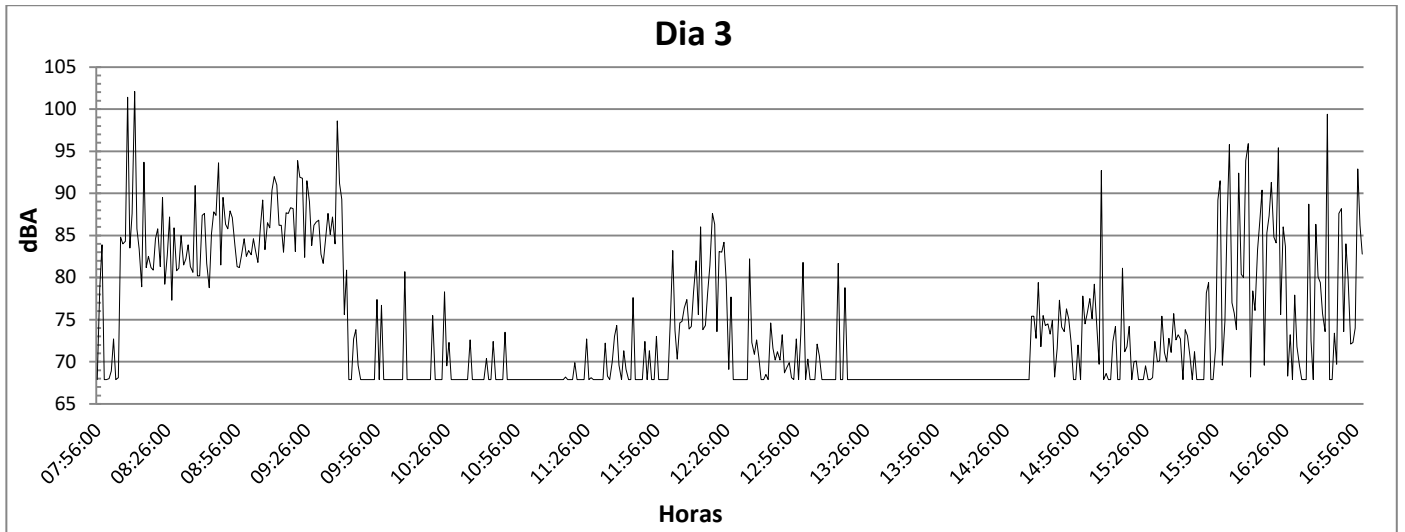
**Figura S1.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 1 de avaliação do Técnico de Metrologia.



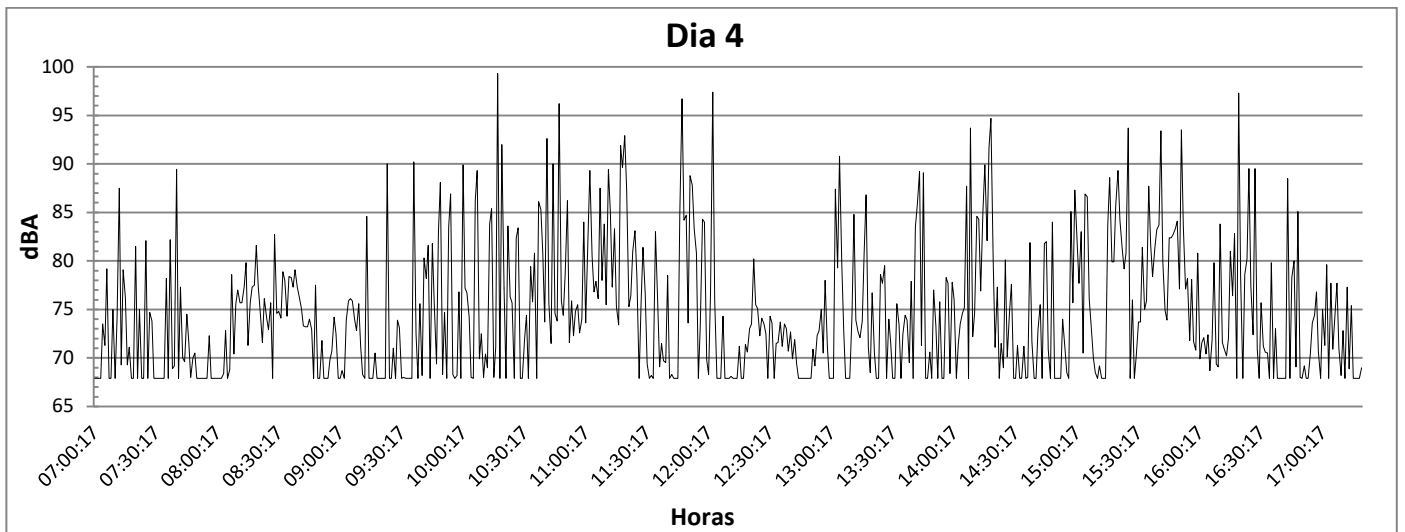
**Figura S2.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 2 de avaliação do Técnico de Metrologia.



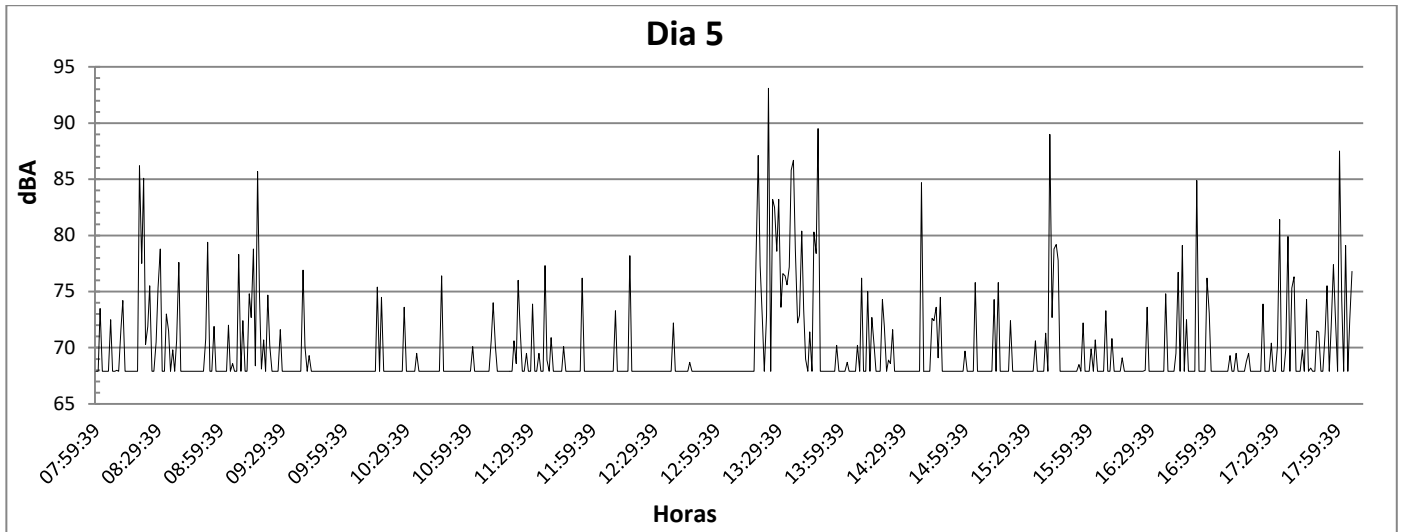
**Figura S3.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 3 de avaliação do Técnico de Metrologia.



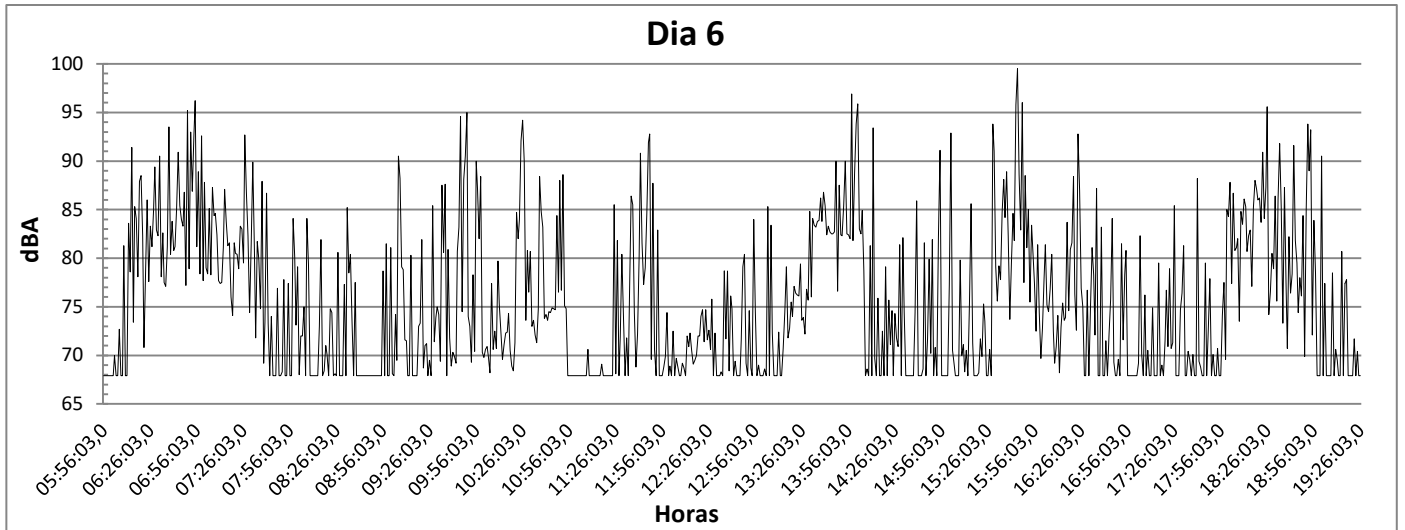
**Figura S4.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 4 de avaliação do Técnico de Metrologia.



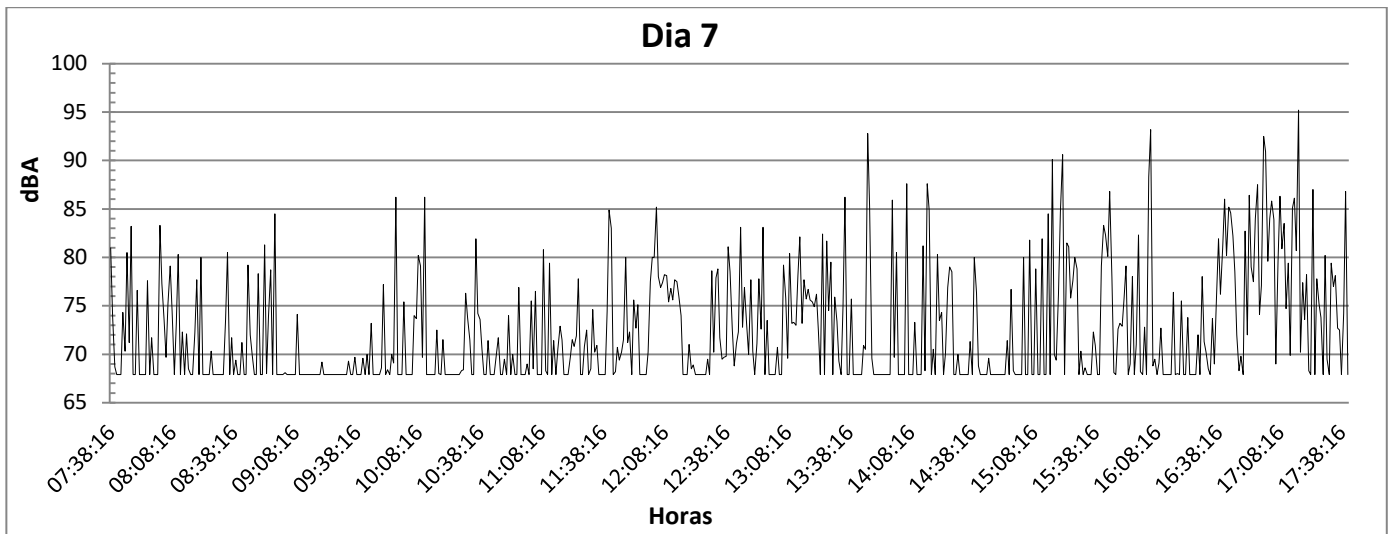
**Figura S5.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 5 de avaliação do Técnico de Metrologia.



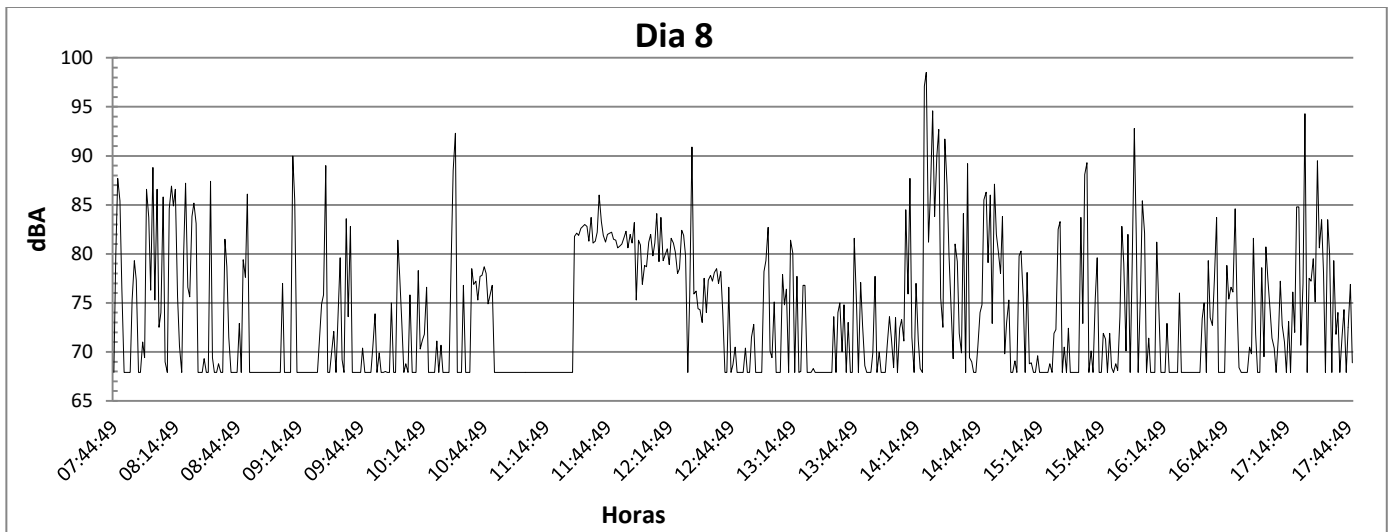
**Figura S6.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 6 de avaliação do Técnico de Metrologia.



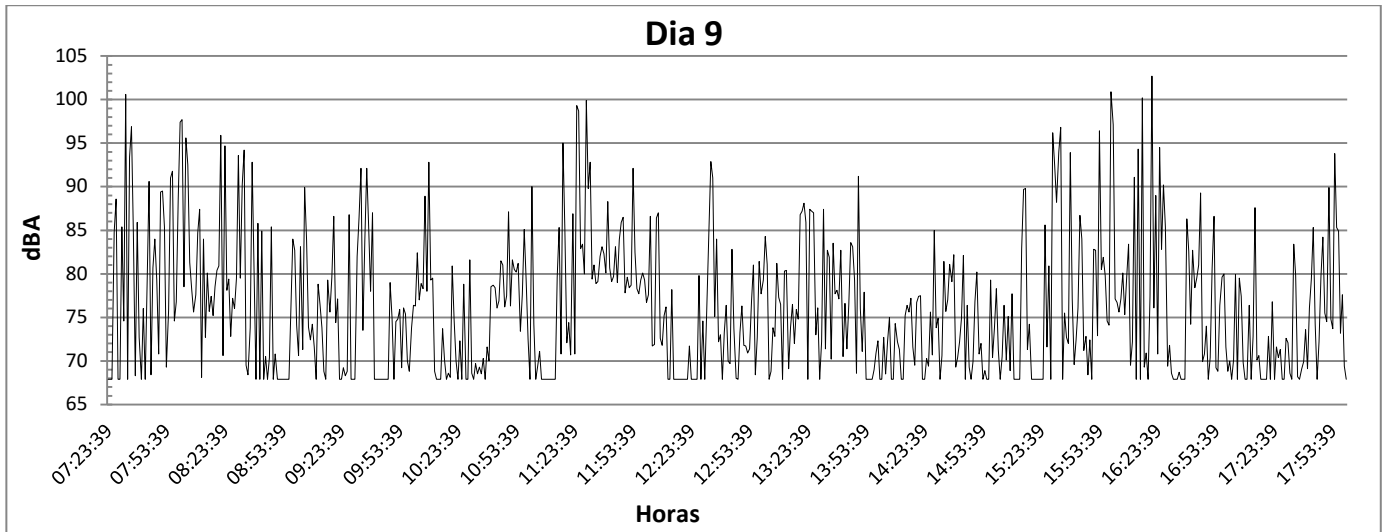
**Figura S7.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 7 de avaliação do Técnico de Metrologia.



**Figura S8.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 8 de avaliação do Técnico de Metrologia.



**Figura S9.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 9 de avaliação do Técnico de Metrologia.



**Figura S10.** Avaliação de dBA a cada trinta minutos durante o dia 10 de avaliação do Técnico de Metrologia.

