

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

MATHEUS CUNHA ARANTES DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E ELABORAÇÃO DE APR  
PARA UM LABORATÓRIO DE TESTES ELÉTRICOS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

MATHEUS CUNHA ARANTES DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E ELABORAÇÃO DE APR  
PARA UM LABORATÓRIO DE TESTES ELÉTRICOS**

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

Orientador: Professor Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA

2017

**MATHEUS CUNHA ARANTES DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E ELABORAÇÃO DE APR  
PARA UM LABORATÓRIO DE TESTES ELÉTRICOS**

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 (orientador)  
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  
2017

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

## **AGRADECIMENTOS**

À minha Mãe, pelo apoio e carinho de sempre, e pelo incentivo e ajuda na realização do curso.

Aos professores do XXXIII Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, em especial ao professor Rodrigo Eduardo Catai, pela orientação e disponibilização de recursos para a realização desta monografia, e também à Sr<sup>a</sup>. Izabel Cristina Krüger de Siqueira, secretária do Curso.

E, em especial, aos colegas Bruno Francisco Alves da Rocha, Cezinando Bittencourt, Emanuel Christian Puhl dos Santos, Gustavo Campana Mendes e Welington Ricardo Sant'Anna Alves. O curso acaba, as amizades continuam.

## RESUMO

CUNHA, M. **Avaliação dos Níveis de Ruído e Elaboração de APR para um Laboratório de Testes Elétricos**. 2016. 49 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

A exposição ao ruído excessivo é causa de diversas patologias associadas. Um ambiente de trabalho saudável passa necessariamente pela adoção de medidas que proporcionem conforto acústico para os trabalhadores que ali realizam suas jornadas de trabalho. Neste contexto, qualquer mudança substancial no *lay-out* de um ambiente de trabalho, ou mesmo a aquisição e instalação de novos equipamentos em tal ambiente exigem que o serviço de saúde e segurança do trabalho da empresa, em conjunto com os gestores do local a ser modificado, analisem, meçam e, se for o caso, realizem a adequação do ambiente. Instituições como a FUNDACENTRO e o Ministério do Trabalho e Previdência Social definem, em suas normas, os limites de tolerância ao qual os trabalhadores podem ser submetidos. Deste modo, já que as Normas Regulamentadoras têm força de lei, toda empresa que possui funcionários sob regime CLT deve se adequar e cumprir tais normas. O objetivo geral deste trabalho foi analisar um determinado ambiente em que houve mudanças substanciais, e verificar se após tais mudanças, os parâmetros exigidos em lei continuaram a ser cumpridos, especificamente em relação ao conforto acústico do ambiente. Também foi elaborada uma APR para o laboratório. Este trabalho foi um estudo de caso, com foco qualitativo, em que foram efetuadas medidas de nível de pressão sonora em três postos de trabalho e análise das medições obtidas. Os resultados obtidos foram satisfatórios segundo as NRs analisadas, com níveis de pressão sonora dentro dos permitidos em lei, com exceção de um posto de trabalho, no qual a medição obtida ultrapassa o nível de conforto indicado pela legislação brasileira, e para o qual são indicadas ações corretivas. Com este trabalho, pretende-se auxiliar na conscientização de trabalhadores e gestores dos riscos associados à exposição excessiva ao ruído.

**Palavras-chave:** Ruído. Som. Conforto Acústico. Perda Auditiva.

## ABSTRACT

CUNHA, M. **Evaluation of the Noise Levels and PHA Elaboration for an Electrical Testing Laboratory.** 2016. 49 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Exposure to excessive noise is a cause of several associated pathologies. A healthy work environment necessarily requires the adoption of measures that provide acoustic comfort for the workers who work there. In this context, any substantial change in the lay-out of a work environment, or even the acquisition and installation of new equipment in this environment require that the health and safety at work service of the company, together with the managers of the place to be modified, analyze, measure and, if appropriate, carry out the adaptation of the environment. Institutions such as FUNDACENTRO and the MTPS define in their norms the limits of tolerance to which workers can be subjected. Therefore, since the Normas Regulamentadoras have the force of law, every company that has employees under CLT regime must adapt and comply with these rules. The objective of this work was to analyze a certain environment in which there were substantial changes, and to verify if after such changes, the parameters required by law continued to be fulfilled, specifically in relation to acoustic comfort of the environment. An PHA for the laboratory was also developed. This work was a case study, with a qualitative focus, in which measurements of sound pressure level were carried out in three work stations and analysis of the measurements obtained. The results obtained were satisfactory according to the analyzed NRs, with sound pressure levels within those permitted by law, except for one work station, in which the measurement obtained exceeds the level of comfort indicated by Brazilian legislation, and for which corrective actions are indicated. With this work, it is intended to help in the awareness of workers and managers of the risks associated with excessive exposure to noise.

**Keywords:** Noise. Sound. Acoustic Comfort. Hearing Loss.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das ondas sonoras.....	15
Figura 2 – Difração do Som.....	17
Figura 3 – Curvas Isofônicas.....	19
Figura 4 – Soma de Fonte Iguais.....	20
Figura 5 – Ruído Contínuo ou Estacionário.....	22
Figura 6 – Ruído Intermitente ou Em Patamares.....	22
Figura 7 – Ruído de Impacto ou Impulsivo.....	23
Figura 8 – Ruído Flutuante Aleatório.....	23
Figura 9 – Obtenção de Valor RMS.....	27
Figura 10 – Planilha de APR.....	32
Figura 11 – Categorias de Frequência.....	32
Figura 12 – Categorias de Severidade.....	32
Figura 13 – Categorias de Risco.....	33
Figura 14 – Matriz APR de Exemplo.....	33
Figura 15 – APR utilizada pelo trabalhador.....	34
Figura 16 – Câmara de testes eletromagnéticos.....	37
Figura 17 – Armário com Equipamentos auxiliares.....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferença entre Níveis de Pressão Sonora para fins de cálculo.....	20
Quadro 2 – Limites de Tolerância para ruído contínuo ou intermitente .....	25
Quadro 3 – Resultados medidos com a câmara desligada .....	40
Quadro 4 – Resultados medidos com a câmara ligada .....	40
Quadro 5 – Posto de trabalho fora das especificações .....	42
Quadro 6 – APR, Teste ESD.....	43
Quadro 7 – APR, Testes de Surto.....	44
Quadro 8 – APR, Testes na Câmara GTEM .....	44
Quadro 9 – APR, Local de Trabalho .....	45



## LISTA DE SIGLAS

APR	Avaliação Preliminar de Risco
CID	Classificação Internacional de Doenças
CLT	Consolidação das leis do Trabalho
dB	Decibel
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat e Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
MTPS	Ministério do Trabalho e Previdência Social
NPS	Nível de Pressão Sonora
NR-09	Norma Regulamentadora Nº 9
NR-15	Norma Regulamentadora Nº 15
NR-17	Norma Regulamentadora Nº 17
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
PAIR-O	Perda Auditiva Induzida por Ruído - Ocupacional
PCA	Programa de Conservação Auditiva
SESI	Serviço Social da Indústria
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
TST	Tribunal Superior do Trabalho

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1. OBJETIVOS .....	12
1.1.1. Objetivo Geral .....	12
1.1.2. Objetivos Específicos .....	13
1.2. JUSTIFICATIVAS .....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1. SOM .....	14
2.2. ONDAS SONORAS.....	14
2.3. FAIXA AUDÍVEL.....	14
2.4. FREQUÊNCIA .....	15
2.5. VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM.....	16
2.6. COMPRIMENTO DE ONDA .....	16
2.7. AMPLITUDE E PERÍODO .....	16
2.8. MASCARAMENTO E DIFRAÇÃO DO SOM.....	16
2.9. DECIBEL (dB) .....	18
2.10. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA .....	19
2.11. RUÍDO .....	21
2.12. EFEITOS DO RUÍDO NOS TRABALHADORES .....	27
2.13. CONFORTO ACÚSTICO.....	30
2.14. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS .....	31
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>35</b>
3.1. HISTÓRICO DO LOCAL.....	36
3.2. INSTALAÇÃO DE NOVO EQUIPAMENTO .....	37
3.3. AMBIENTE DE TRABALHO .....	39
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>40</b>
4.1. PLANO DE AÇÃO .....	41
4.2. CRIAÇÃO DE APR.....	43

<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído, segundo Massera (2015), é a segunda maior causa de doenças profissionais no Brasil, afetando os trabalhadores no plano físico, psicológico e até mesmo social. Exposto a ruídos constantes, o trabalhador começa a perder sensibilidade auditiva, e isto pode ser irreversível.

Conforme citado por Massera (2015), o ruído em excesso pode:

- Lesar os órgãos auditivos;
- Perturbar a comunicação;
- Provocar irritação;
- Ser fonte de fadiga;
- Diminuir o rendimento no trabalho.

O risco de lesão aumenta conforme o nível de pressão sonora e com a duração da exposição, mas também depende das características do ruído, além da suscetibilidade individual do trabalhador exposto.

Dado o potencial de risco que tal exposição pode acarretar, é necessário que empresas e trabalhadores prezem pela qualidade dos exames realizados no trabalhador, em especial à audiometria.

Adicionalmente, quando não for possível introduzir soluções adequadas já na fase de projeto, devem ser pensadas maneiras de proteção coletiva e/ou individual após a instalação do ambiente de trabalho.

E, em caso de mudança no ambiente de trabalho, tais mudanças devem ser pensadas levando em consideração o pleno atendimento dos parâmetros exigidos em lei quanto à saúde do trabalhador.

### 1.1. OBJETIVOS

#### 1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo desta monografia foi analisar os níveis de ruído existentes dentro de um laboratório de ensaios técnicos na região de Curitiba/PR e criar APRs para as tarefas lá executadas.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- Comparar a geração de ruído antes e depois do acionamento de um equipamento de grande porte existente no laboratório.
- Comparar os valores de ruído medidos no local com os valores determinados pela NR-9, NR-15 e NR-17.
- Propor um plano de ação adequado aos resultados encontrados.

### 1.2. JUSTIFICATIVAS

O ruído existe em praticamente todas as atividades produtivas. Devido às características humanas de adaptação ao ambiente, o desenvolvimento de uma situação de fadiga auditiva, pode ocorrer sem que o trabalhador perceba o que está acontecendo. É possível dizer que apenas em situações extremamente raras, um indivíduo fica surdo de uma só vez.

Verdades médicas são transitórias, conforme preconiza Ruiz (2015). Mas, à luz dos conhecimentos atuais, acredita-se que um ruído de até 80 dB não cause surdez, desde que limitado a uma exposição máxima de até 16 horas por dia.

Por outro lado, um ruído de 92 dB pode causar surdez profissional caso a exposição ultrapasse 3 horas diárias.

Em termos de conforto acústico, entretanto, níveis de ruído acima de 65 dB já são considerados prejudiciais.

Deste modo, toda e qualquer alteração na estrutura de um local de trabalho, deve levar em conta a exposição do trabalhador, já que não se trata de um problema exclusivo deste. Empresas que não seguem este preceito básico, quando descobertas, acabam por sofrer punições posteriores (TST, 2014).

Para promover um local de trabalho com boas condições de salubridade, é necessário efetuar medidas da(s) fonte(s) de ruído, ou, ainda na fase de projeto, prever o nível de ruído futuro num posto de trabalho. A qualidade destas medições vai refletir o futuro das pessoas que ali desenvolverão suas atividades.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para entender como o ruído excessivo afeta os sentidos de um trabalhador, é necessário primeiramente compreender alguns conceitos, que serão explanados na sequência.

### 2.1. SOM

É qualquer oscilação de pressão, podendo ocorrer no ar, na água ou em qualquer outro meio (MASSERA, 2015). Em se tratando de trabalhadores num posto de trabalho, esta definição resume-se a uma variação da pressão atmosférica capaz de sensibilizar os ouvidos humanos (SESI, 2007).

Um som que possua apenas uma frequência, é chamado de Tom Puro. Ele pode ser obtido com um diapasão, por exemplo, ou com um gerador eletrônico de áudio (SESI, 2007).

### 2.2. ONDAS SONORAS

Segundo Carvalho (2010), “são o resultado das oscilações de moléculas do meio de propagação, em torno de suas posições de equilíbrio”.

As ondas sonoras são coletadas pelo pavilhão externo da orelha e encaminhadas até a orelha média, onde perderá 99,9% de sua força. Será então transmitida à orelha interna, onde é realizada a transdução das vibrações sonoras, em estímulos nervosos específicos para o nervo acústico (RUIZ, 2015).

A aptidão do ouvido humano para a captação das ondas sonoras é variável tanto em frequência quanto em amplitude (MATEUS, 2008).

### 2.3. FAIXA AUDÍVEL

A capacidade da audição humana estende-se de 20 Hz a 20.000 Hz aproximadamente. Esta capacidade varia de indivíduo a indivíduo (MATEUS, 2008).

Em relação à pressão, varia entre 20  $\mu$ Pa, chamado de limiar de audição, até 20 Pa, conhecido como limiar da dor (MATEUS, 2008).

## 2.4. FREQUÊNCIA

Ao se exercer uma pressão em um meio elástico, como o ar, ocorrem oscilações cíclicas de pressão/depressão (CARVALHO, 2010). Frequência é definida então como o número de vezes por unidade de tempo que uma oscilação é repetida (SESI, 2007).

Sua medida é o Hz, mas também se pode usar a medida de ciclos por segundo. É a frequência que define se um som é agudo (alta frequência), ou grave (baixa frequência) (RUIZ, 2015).

### 2.4.1. Classificação das ondas sonoras quanto à frequência

À título de classificação, costuma-se dividir as ondas sonoras em cinco tipos, dos quase três são audíveis e dois não (CARVALHO, 2010). Importante observar que mesmo sons não audíveis podem ser prejudiciais, sendo objeto de estudo do campo de vibrações, não sendo, entretanto, o foco deste trabalho.

Segundo Carvalho (2010), os sons agudos possuem altas frequências, e, apesar de serem mais irritantes, são os sons mais graves, ou seja, os que possuem frequências mais baixas, os mais prejudiciais. A Figura 1, mostrada na sequência, resume esta classificação.

Infrassons	Abaixo de 20Hz	Não perceptíveis ao ouvido humano
Baixas frequências	De 20 a 200Hz	Sons graves
Médias frequências	De 200 a 2.000Hz	Sons médios
Altas frequências	De 2.000 a 20.000Hz	Sons agudos
Ultrassons	Acima de 20.000Hz	Não perceptíveis ao ouvido humano

**Figura 1 – Classificação das ondas sonoras**  
**Fonte: Carvalho, 2010.**

## 2.5. VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

O som se propaga em velocidade diretamente proporcional à densidade do meio. No ar, a 20 °C e ao nível do mar (1 atm), esta velocidade de propagação é de 343 m/s.

Das informações acima pode-se inferir que a velocidade de propagação do som é diretamente proporcional à temperatura, à umidade, e não varia com a frequência (CARVALHO, 2010).

## 2.6. COMPRIMENTO DE ONDA

É a distância percorrida entre um pico e outro da oscilação, ou seja, a distância da repetição do ciclo (SESI, 2007). Dada esta definição, no ar o comprimento de uma onda de frequência 100 Hz será de 3,43 metros.

Matematicamente, é definida como a relação entre a velocidade de uma onda (sonora, no caso deste trabalho) e a frequência da onda em questão (MATEUS, 2008).

## 2.7. AMPLITUDE E PERÍODO

A amplitude é o valor máximo, considerado a partir de um ponto de equilíbrio, atingido pela grandeza que está sendo medida. No caso deste trabalho, pela pressão sonora (MASSERA, 2015). A intensidade da pressão sonora é a determinante do “volume” que se ouve (SESI, 2007).

Já o período é o tempo gasto para se completar um ciclo de oscilação. Matematicamente, é o inverso da frequência:  $f = (1/T)$  (SESI, 2007).

## 2.8. MASCARAMENTO E DIFRAÇÃO DO SOM

O mascaramento do som é a sobreposição de sons, ou seja, sons advindos de duas fontes diferentes que percutem no mesmo ambiente, se embaralhando e dificultando sua identificação. O som de maior intensidade se sobrepõe ao de menor intensidade (CARVALHO, 2010).



Por sua vez, a difração trata-se da propriedade que uma onda sonora tem de transpor obstáculos posicionados entre sua fonte e um eventual receptor, mudando sua direção. Quando isto ocorre, sua intensidade é reduzida (CARVALHO, 2010).

Na Figura 2 se observa, de uma forma bastante simplificada, como se dá o processo de difração. Entre a fonte emissora e o receptor, há um degrau de consideráveis dimensões, atrapalhando o recebimento das frentes de onda pelo receptor. Porém, pelo fenômeno da difração, a onda original contorna o obstáculo, desviando pelas bordas, fazendo com que a recepção seja possível (SÓ FÍSICA, 2016).

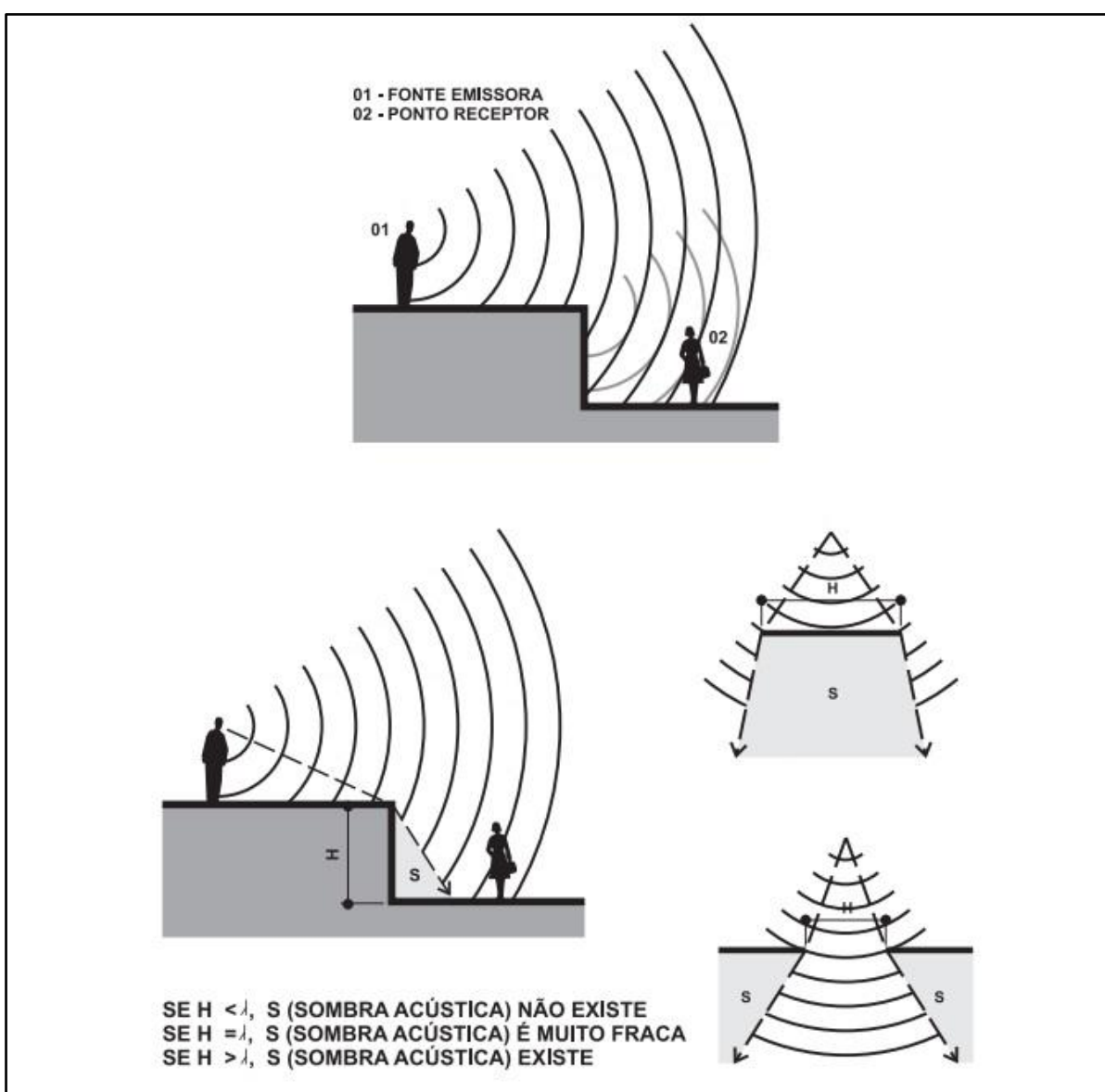


Figura 2 – Difração do Som  
Fonte: Carvalho, 2010.

## 2.9. DECIBEL (dB)

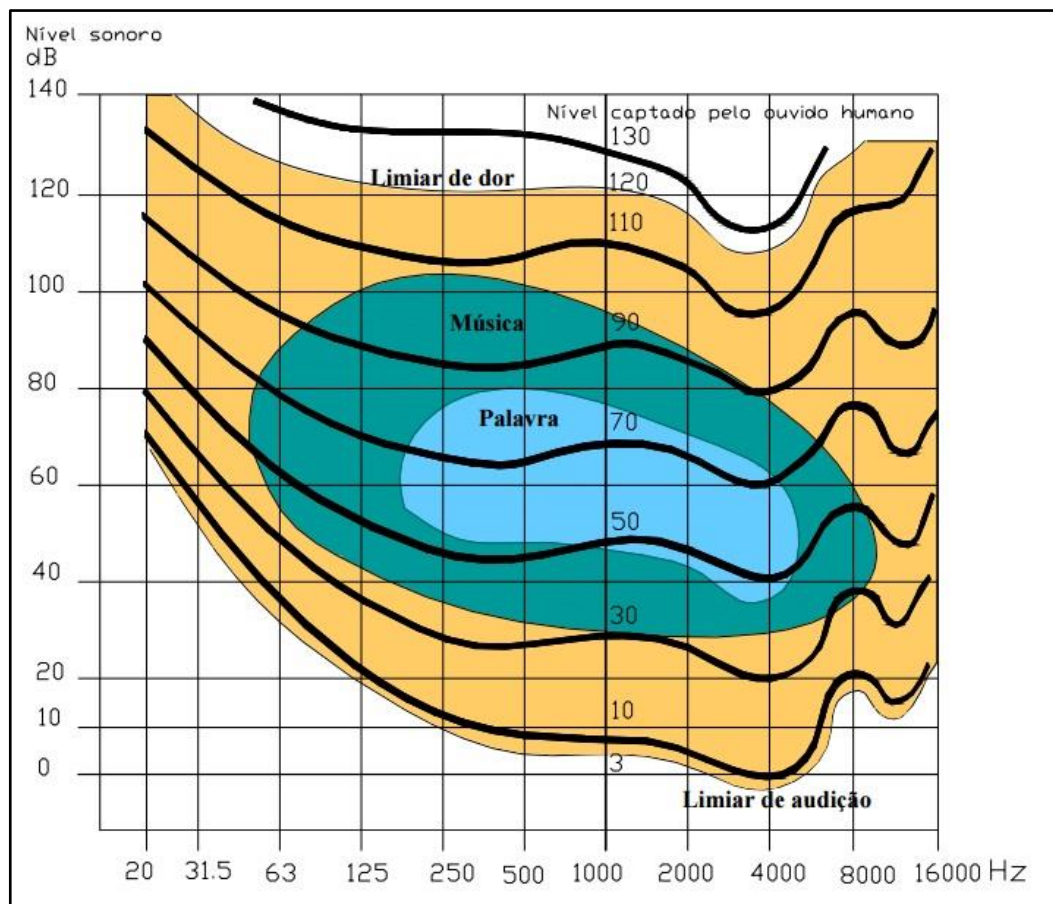
Como citado no item 2.3, a gama audível varia entre 20 Hz a 20.000 Hz em frequência. Em amplitude de pressão, porém, esta variação ocorre num espectro muito mais amplo, entre 20  $\mu\text{Pa}$  até cerca de 20 Pa, que é definido como o limiar de dor (MATEUS, 2008).

A aptidão do ouvido humano é variável tanto em frequência quanto em pressão. A utilização de uma escala linear, em Pascal, é pouco prática, já que traz uma variação de 1 milhão de vezes entre o valor mínimo e o valor máximo. Além disso, as próprias características do ouvido humano são representadas de maneira mais realista numa escala logarítmica (RUIZ, 2015).

Para resolver todas estas questões, uma outra escala foi criada, e foi denominada de Escala Decibel (dB) (SESI, 2007).

Tal escala utiliza o limiar de audição (20  $\mu\text{Pa}$ ) como pressão de referência, ou seja, 0 dB. A cada vez que se multiplica por 10 a pressão em Pa, se acrescenta 20 dB na escala Decibel. Assim, a diferença entre pressão sonora que é da ordem de 1 milhão de vezes entre o limiar de audição e o limiar de dor (20 Pa), se reduz a uma escala de 120 dB na escala Decibel (MATEUS, 2008).

A figura a seguir ilustra as curvas de igual sensação sonora, captadas pelo ouvido humano. Tais curvas são chamadas de isofônicas (MATEUS, 2008).



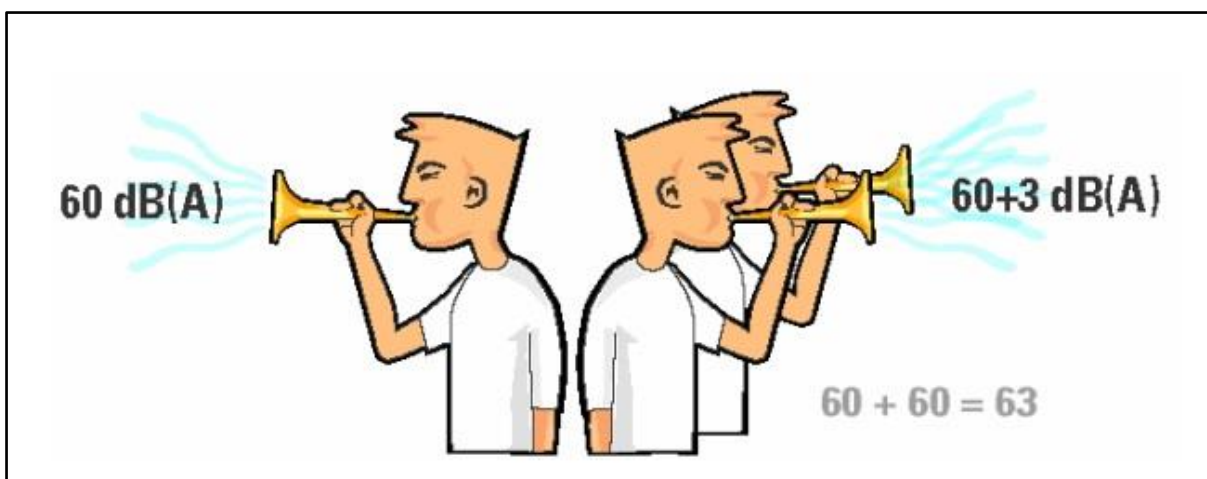
**Figura 3 – Curvas Isofônicas**  
**Fonte: Mateus, 2008.**

A relação adimensional que o decibel representa é  $L = \log(P/P_0)$ , onde L é o valor obtido em decibel, P é a pressão medida em Pascal e  $P_0$  é a pressão de referência, definida como  $20 \mu\text{Pa}$  (SESI, 2007).

## 2.10. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

Para fins de medição de intensidade de som, inclusive para medidas de ambientes de trabalho, se usa o nível de pressão sonora, que é medido em decibéis (dB).

A adoção de uma escala logarítmica traz vantagens reais para a caracterização da amplitude do som, mas traz como efeito colateral a dificuldade na soma e subtração de níveis sonoros, já que o Decibel não é linear. Supondo duas fontes idênticas, o acréscimo de nível de pressão sonora pelas duas em conjunto, em relação a uma delas individualmente é de 3 dB (SESI, 2007).



**Figura 4 – Soma de Fonte Iguais**  
**Fonte: Mateus, 2008.**

Quando há diferença entre as fontes, pode-se utilizar o Quadro 1 – Diferença entre Níveis de Pressão Sonora para fins de cálculo, mostrado a seguir para efetuar tal cálculo:

Diferença entre níveis (dB)	Quantidade a ser adicionada ao maior nível (dB)
0,0	3,0
0,2	2,9
0,4	2,8
0,6	2,7
0,8	2,6
1,0	2,5
1,5	2,3
2,0	2,1
2,5	2,0
3,0	1,8
3,5	1,6
4,0	1,5
4,5	1,3
5,0	1,2
5,5	1,1
6,0	1,0
6,5	0,9
7,0	0,8
7,5	0,7
8,0	0,6
9,0	0,5
10,0	0,4
11,0	0,3
13,0	0,2
15,0	0,1

**Quadro 1 – Diferença entre Níveis de Pressão Sonora para fins de cálculo**  
**Fonte: Fantazzini, 2001 apud SESI, 2007.**

## 2.11. RUÍDO

Em se tratando de Acústica, pode-se definir como uma mistura de sons, cujas frequências não seguem uma regra precisa, ou seja, tons descoordenados, que causam desconforto ou incômodo (SESI, 2007). Num contexto mais específico, de matiz regulatória, se entende ruído como um agente contaminante de tipo físico, regulado em seus parâmetros pela NR-15 (BRASIL, 2015).

Objetivamente, é considerado todo sinal acústico aperiódico, originado da superposição de diversas frequências, que não guardem relação entre si, mas de modo subjetivo pode ser considerado como toda e qualquer sensação de desagrado, desconforto ou intolerância oriunda de uma exposição sonora (TELES, 2007).

Na sociedade atual, as fontes de ruído podem ser as mais diversas, como choques, vibrações, ressonâncias em dutos, turbulências, podem ter origem mecânica, hidrodinâmica, eletromagnética ou até mesmo de explosões. Dependendo do setor produtivo em que o trabalhador atua, ele pode ser originário de apenas uma ou de uma combinação dessas origens (MASSERA, 2015).

### 2.11.1. Tipos de Ruído

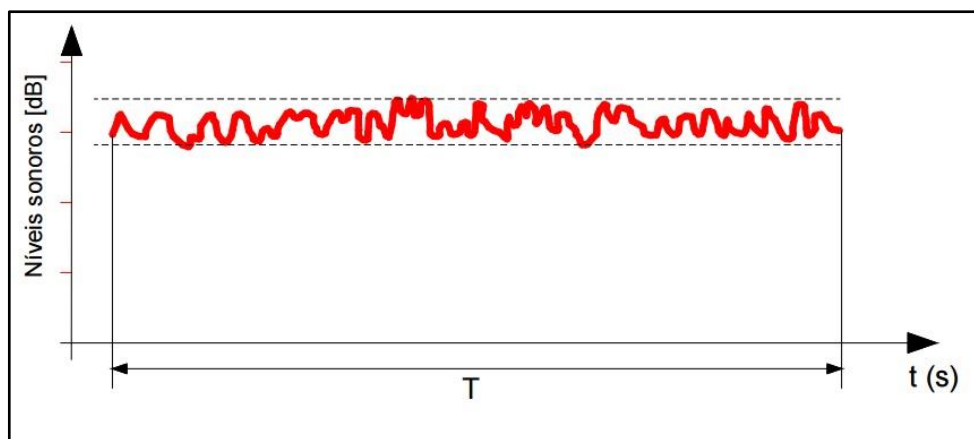
Segundo MATEUS (2008),

*“... As ondas sonoras são captadas pelo ouvido externo (através da vibração do tímpano) e transmitidas pelo ouvido médio (por um sistema de alavancas) ao ouvido interno. Este último funciona como um transdutor que transforma as vibrações mecânicas em impulsos nervosos que são transmitidos ao cérebro para processamento e interpretação no centro auditivo. Sinais sonoros de longa duração são interpretados pelo ouvido humano com intensidade semelhante à intensidade real do sinal. Sinais de muito curta duração, do tipo impulsivo, quase não são perceptíveis pelo ouvido humano, mas, no entanto, quando possuem elevadas amplitudes, podem causar trauma auditivo, agravado pelo facto de serem tão rápidos que podem não permitir a ativação do sistema de defesa do ouvido humano. Os sinais com variação menos acentuada, mesmo em ambiente muito ruidoso, permitem normalmente a ativação do sistema de defesa do ouvido humano, provocando uma diminuição temporária da audição, que será posteriormente recuperada...”*

Para se efetuar a medição de ruído, geralmente se trabalha com amostragem, recolhendo os dados em pequenos períodos de tempo. Tais períodos de tempo precisam ser escolhidos de modo a bem caracterizar a situação a ser representada. Numa situação limítrofe, a duração da medida pode coincidir com o tempo de emissão do ruído, caracterizando assim uma medição em contínuo (MATEUS, 2008).

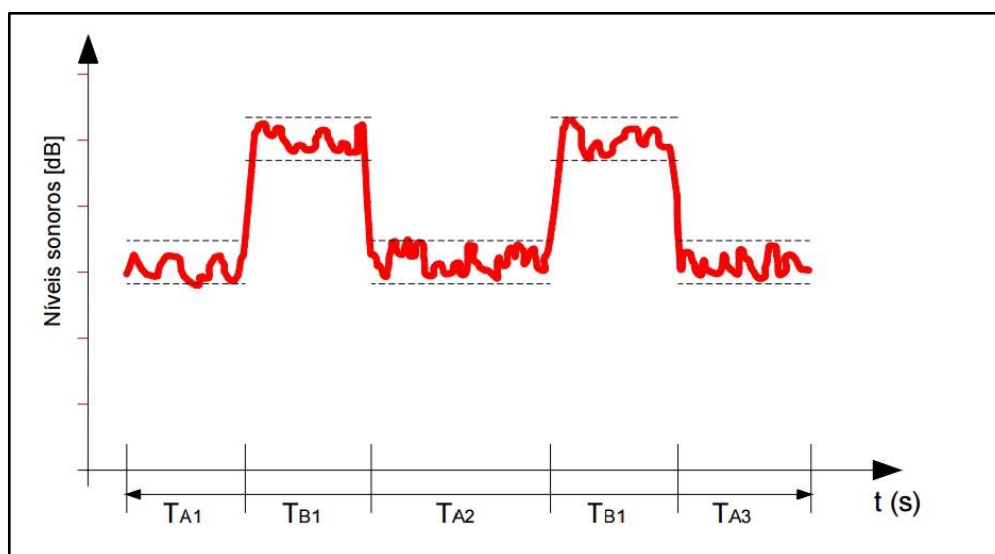
É fundamental conhecer quais os tipos de ruído, para uma boa escolha dos intervalos de medição.

O Ruído contínuo é aquele que permanece estável com variações máximas de 3 a 5 dB durante um longo período. Também é chamado de estacionário (MATEUS, 2008).



**Figura 5 – Ruído Contínuo ou Estacionário**  
Fonte: Mateus, 2008.

O Ruído intermitente é um ruído com variações, sendo estas maiores ou menores de intensidade, ou seja, com patamares (MATEUS, 2008).



**Figura 6 – Ruído Intermitente ou Em Patamares**  
Fonte: Mateus, 2008.

O Ruído de impacto apresenta picos com curta duração, e, durante intervalos maiores de tempo, níveis de pressão sonora significativamente menores. Também é chamado de ruído Impulsivo (MATEUS, 2008).

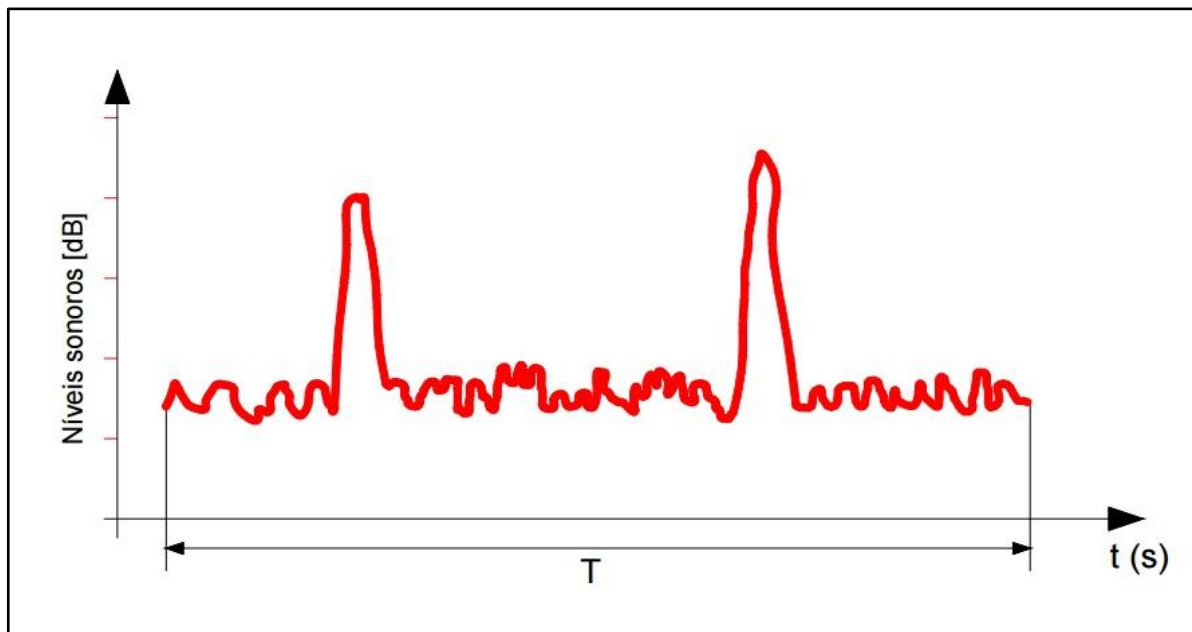


Figura 7 – Ruído de Impacto ou Impulsivo  
Fonte: Mateus, 2008.

Pode-se também caracterizar o Ruído flutuante e aleatório, onde a variação dos níveis sonoros é elevada e de duração aleatória (MATEUS, 2008).

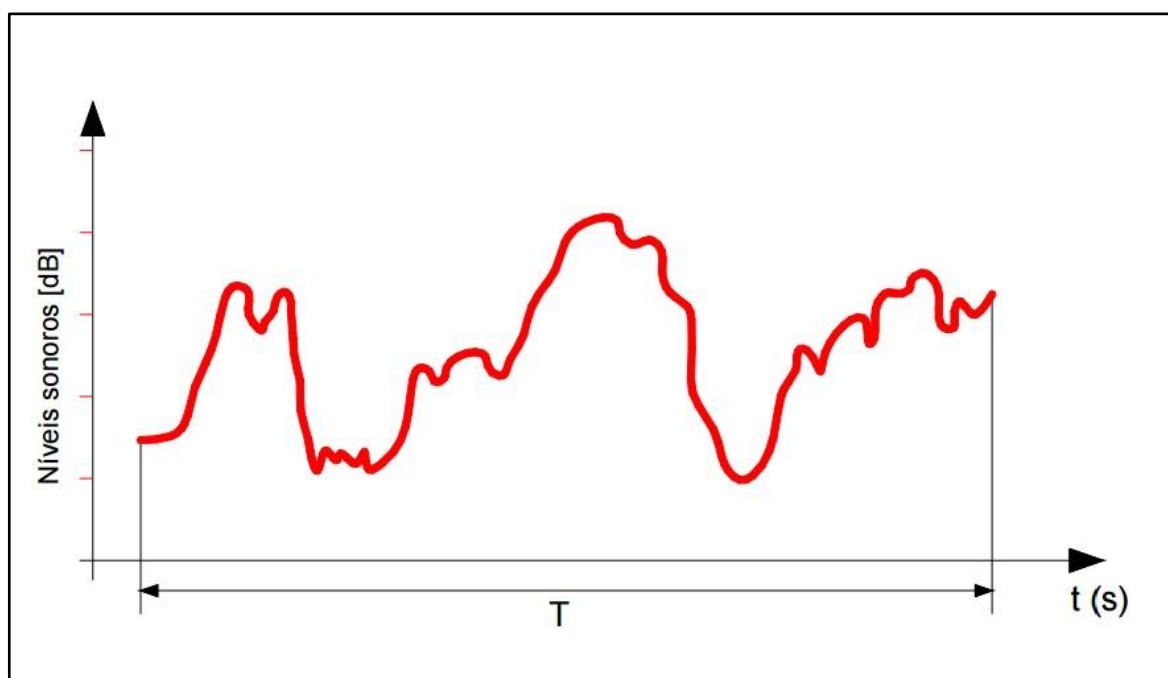


Figura 8 – Ruído Flutuante Aleatório  
Fonte: Mateus, 2008.

### 2.11.2. Ruído Equivalente

Os níveis de ruído em geral variam de modo aleatório, como mostrado na Figura 8. O potencial de dano auditivo não depende só do nível do ruído, mas também da duração (MASSERA, 2015).

No caso do ruído contínuo, representado pela Figura 5, é fácil avaliar tal efeito. Mas se ocorrer variação ao longo do tempo, torna-se necessário realizar uma dosimetria, onde todos dados obtidos de níveis de pressão sonora e tempo são analisados e então é calculado o nível de ruído equivalente (Leq). Este representa um nível de ruído contínuo em dB(A), o qual possui o mesmo potencial de dano à audição do trabalhador que o nível de ruído amostrado (MASSERA, 2015).

### 2.11.3. Dose de Ruído

Trata-se de uma variante do ruído equivalente, na qual o tempo padrão de medição é fixado em 8 horas. Trata-se de uma medida em percentual, no qual a base é a tolerância máxima diária (MASSERA, 2015).

Seu uso decorre do fato de que raramente atividades profissionais estão expostas ao mesmo nível de ruído durante toda jornada. Utilizando-se este conceito, se obtém uma ponderação para as diferentes situações acústicas vividas pelo trabalhador ao longo de seu dia de trabalho (SESI, 2007).

### 2.11.4. Limite de Tolerância

Segundo a NR-15 (BRASIL, 2015), é “... a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.”

Para ruídos do tipo intermitente e do tipo contínuo, é considerado como risco grave e iminente a exposição do trabalhador, sem proteção, a partir de 115 dB(A). A NR-15 também prevê valores intermediários, como mostrado no Quadro 2 a seguir.



Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permitida
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

**Quadro 2 – Limites de Tolerância para ruído contínuo ou intermitente**  
**Fonte: Brasil, 2015.**

Para ruído de impacto, nestas mesmas condições, exposições acima de 140 dB(Linear) ou 130 dB(Fast) são consideradas risco grave ou iminente.

#### 2.11.5. Ruído de Fundo

É o ruído de todas as fontes secundárias, ou seja, excetuando-se a fonte em estudo, todas as outras são consideradas secundárias. Como desativar todas as demais fontes de ruído nem sempre é possível, se utiliza o método de subtração de dB para determinar a medida de ruído da fonte em estudo. Se mede o conjunto todo, e na sequência se desliga a fonte em estudo. A diferença obtida é o ruído da fonte (SESI, 2007).

### 2.11.6. Medições de Ruído

Para se aproximar as medidas de ruído à real resposta do ouvido humano, se utiliza o método das curvas de ponderação. Tais curvas de ponderação, denominadas de A, B e C são obtidas a partir das isofônicas, já vistas na Figura 3 (SESI, 2007).

Tais curvas tentam reproduzir o comportamento do ouvido humano para níveis de pressão relativamente baixos, usando a isofônica de 40 dB, intermediários (isofônica de 70 dB) e elevados (isofônica de 100 dB) (MATEUS, 2008).

Os medidores eletrônicos de ruído dispõem de circuitaria interna que permite computar as velocidades de respostas de acordo com o tipo de ruído a ser medido. A diferença entre eles geralmente reside no tempo de integração do sinal ou na constante de tempo:

- Resposta Lenta (modo *Slow*): Avaliação ocupacional de ruídos contínuos ou intermitentes. Também usado para avaliação de fontes não estáveis.
- Resposta Rápida (modo *Fast*): Avaliação ocupacional de ruído de impacto, com ponderação dB(C). Também usado para calibração.
- Resposta de Impulso (modo *Impulse*): Para avaliação ocupacional de ruído de impacto. Utiliza ponderação linear.

Observação importante a ser feita é acerca do dB compensado. Trata-se de uma avaliação dita subjetiva, que ilustra o risco ao trabalhador exposto. O dB linear é uma avaliação objetiva do ruído no ambiente e é importante para se conhecer uma fonte de ruído (SESI, 2007).

No caso da avaliação de ruído, há a necessidade de se obter o chamado valor eficaz da onda sonora, já que o valor médio entre o semiciclo positivo e o semiciclo negativo seria zero. O valor eficaz é uma média quadrática (RMS) (SESI, 2007). A Figura 9 mostra como é obtida uma média quadrática.

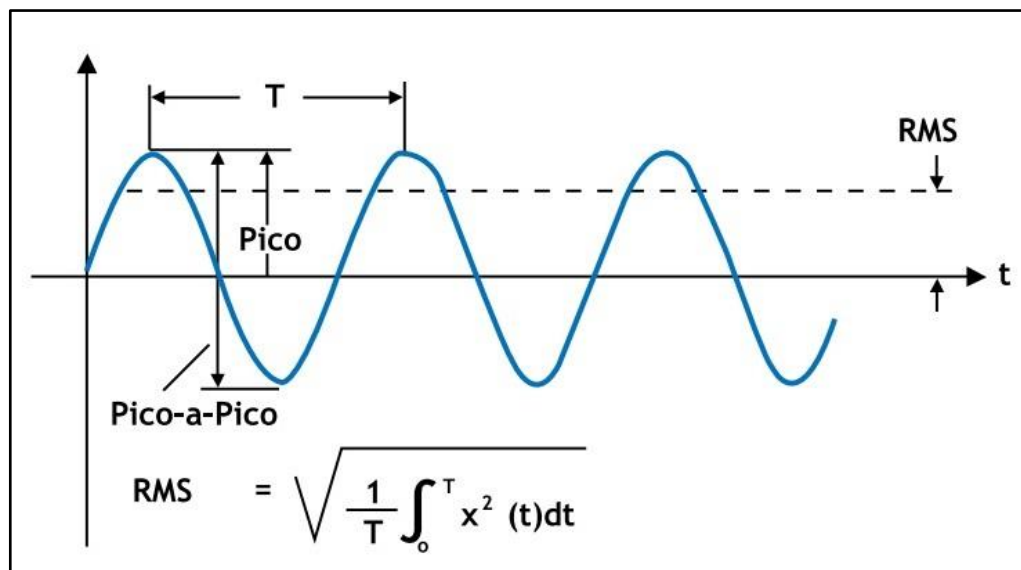


Figura 9 – Obtenção de Valor RMS  
Fonte: SESI, 2007.

Para situações em que o trabalhador esteja submetido a uma gama muito ampla de níveis acústicos ao longo de sua jornada de trabalho diária, o uso de um dosímetro se torna o mais adequado (SESI, 2007).

Trata-se de um instrumento que é instalado em um determinado indivíduo (o mais próximo possível do ouvido, geralmente nos ombros) e fará o trabalho de obtenção da dose, medindo todas as situações de exposição diárias e informando em seu display a dose acumulada ao final da jornada, assim como outros parâmetros, tais como Nível Médio de Medição, Nível Máximo, etc. (SESI, 2007).

## 2.12. EFEITOS DO RUÍDO NOS TRABALHADORES

### 2.12.1. Efeitos em sistemas extra-auditivos

Foram descritas alterações psíquicas, fisiológicas e até anatômicas decorrentes de ruído em excesso (COHEN, 1973 apud GANIME, 2010).

Reações descritas no sistema circulatório incluem vasoconstrição e taquicardia, o que parece ser consequência de um estímulo glandular. Indivíduos expostos a ruídos intensos e prolongados apresentam mais casos de hipertensão arterial e maiores variações pressóricas (ROCHA, 2002).

Se no sistema circulatório humano um majorado valor de pressão sonora influi negativamente, no sistema respiratório é a baixa frequência que parece induzir

patologias. Inicialmente observados em técnicos de aeronaves, se conseguiu reproduzir em testes com animais expostos a ruídos de baixa frequência. A doença vibroacústica, como é denominada (FERREIRA, 2006), costuma acometer os indivíduos com queixas brônquicas, nos 4 primeiros anos, com sintomas sendo reduzidos ou até mesmo desaparecendo em épocas de férias ou afastamento das atividades. Com a exposição retomada, e com tempos prolongados, podem surgir condições mais graves, como derrames pleurais, insuficiência respiratória, fibrose pulmonar e até mesmo carcinomas (CASTELO BRANCO, 2007).

Também decorrente do ruído são descritos casos de problemas gastrointestinais, tais como redução do suco gástrico, e lesões teciduais dos rins e fígado (SATOSHI, 1978 apud GANIME, 2010).

Queixas de irritabilidade, fadiga e até mesmo conflitos entre trabalhadores expostos ao ruído são registrados, ainda que que tais evidências de alterações psíquicas careçam de estudos mais detalhados. Aumento da fadiga, decorrente do necessário aumento do nível de concentração num ambiente ruidoso também são efeitos colaterais (VELÁSQUEZ, 2005).

A comunicação também pode ser afetada pelo ruído. Uma das principais ferramentas do dia a dia nas empresas, quando confrontado com ruído intenso pode ser afetado pelo fenômeno do mascaramento do som, abordado no item 2.8 deste trabalho. O ruído gerado nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz são os mais prejudiciais à comunicação verbal. Trata-se de um tipo de interferência perigosa, que pode atrapalhar a execução de ordens verbais e até mesmo a emissão de alertas de aviso ou perigo (COUTO, 1995 apud GANIME, 2010).

O trabalho de Ganime (2010), que faz um apanhado das alterações psicofisiológicas do risco que o ruído em excesso apresenta aos trabalhadores, sublinha que, apesar de todas as evidências, ainda são raras as pesquisas nesta área.

#### 2.12.2. Mudança Temporária do Limiar

Trata-se de uma perda auditiva sensorial, inicialmente temporária, mas que pode se tornar irreversível (quando pode ser definida como PAIR). Caracteriza-se por alterações temporárias no limiar auditivo, ou seja, a capacidade auditiva é reduzida, e vai retornando de maneira gradual após cessar a exposição. A exposição continuada, porém, pode acarretar alterações permanentes do limiar da audição. A perda de

audição decorrente desta situação é dita neurosensorial porque ocorre nas células ciliadas do Órgão de Corti (RIBEIRO, 2006)

### 2.12.3. Perda Auditiva Induzida por Ruído

Também conhecida por sua sigla, PAIR, este efeito é o mais comum em trabalhadores expostos a níveis de ruído acima do tolerável, quando passa a ser conhecida pela PAIR-O, ou seja, Perda Auditiva Induzida por Ruído – Ocupacional. Trata-se de um problema permanente e irreversível, não existindo tratamento efetivo quando decorrente de exposição excessiva (EL DIB et al., 2007).

Sendo uma condição adquirida, e não possuindo tratamento, a única forma de evita-la é a prevenção, que se dá eliminando ou diminuindo os níveis de exposição sonora.

Curioso perceber que, diferente do que o nome acidente de trabalho sugere, tal patologia não advém de um evento fortuito ou acidental, e sim de uma condição que gradualmente prejudique a saúde do trabalhador (CORDEIRO et al., 2005 apud OLMI, 2012).

O trabalho de Leme (2001), trouxe à luz algo já sabido em muitas empresas, que é a grande resistência dos trabalhadores em usar dispositivos de proteção, sendo que os dispositivos de proteção auricular não são exceção. Soma-se a isso o descaso de muitas empresas com a proteção adequada aos trabalhadores, muitas vezes alegando motivos de ordem financeira ou até mesmo falta de espaço físico (OLMI, 2012).

Segundo o Ministério da Saúde, os principais sintomas de PAIR são dificuldade de compreensão de fala, zumbido, intolerância a sons intensos, dificuldade de sono, cefaleia, tontura, irritabilidade e até mesmo problemas digestivos. E como consequências a dificuldade para ouvir sons de alarmes, sons domésticos, compreender a fala em grandes salas, como igrejas ou clubes, necessidade de alto volume de rádio e televisão e problemas de comunicação em grupos (OLMI, 2012).

De acordo com Brasil (2006), são considerados como sinônimos, a perda auditiva por exposição ao ruído no trabalho, surdez profissional, discausia ocupacional, perda auditiva induzida por níveis elevados de pressão sonora, perda auditiva induzida por ruído ocupacional, perda auditiva neurosensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora de origem ocupacional.

A PAIR está registrada no CID 10 na seção H 83.3, como uma perda auditiva do tipo neurossensorial, geralmente bilateral, irreversível e progressiva com o tempo de exposição ao ruído.

### 2.13. CONFORTO ACÚSTICO

Conforto acústico em ambientes de trabalho se caracteriza por nível adequado de ruído, em relação a finalidade do ambiente (VITTORINO, 2013).

Tem-se o conforto acústico quando é feito um mínimo esforço fisiológico com relação ao som, ou seja, não se exige esforço para compreensão. O termo evoca uma sensação de bem-estar (NETO, 2009).

De modo complementar, outros conceitos precisam ser entendidos, como o conceito de isolamento acústico, ou isolamento sonoro. Segundo Gerges (2000), trata-se de eliminar, ou diminuir, a transmissão de ondas sonoras, utilizando-se para isso materiais com propriedades adequadas. A melhor maneira para obter tal feito é a instalação de uma barreira entre a fonte sonora e o receptor (NETO, 2009).

Outro conceito a ser abordado é o de absorção acústica. Esta se diferencia do isolamento acústico por estar no mesmo ambiente tanto a fonte quanto o receptor, e se caracteriza pelo uso de materiais como espumas de poliéster, tecidos e carpetes para absorver o som desagradável e propiciar o conforto acústico exigido ao ambiente. É o tipo de abordagem que é utilizado em estúdios de gravação ou grandes teatros, por exemplo, onde não haveria sentido separar a fonte emissora do receptor. Pode ser utilizada também para alcançar índices de conforto acústico em ambientes de trabalho (MASINI, 2011).

No Brasil, além dos limites de tolerância estabelecidos pela Norma Regulamentadora Nº 15, que define a exposição máxima em ambiente de trabalho a 85 dB num período de 8 horas (BRASIL, 2014), existe a Norma Regulamentadora Nº 17, que trata de ergonomia, ou seja, condições que propiciem um máximo de conforto, segurança, e desempenho eficiente aos trabalhadores (BRASIL, 2007).

A NR-17 estabelece, em seu artigo 17.5.2, alínea “a”, que os níveis de ruído, para fins de conforto acústico, sejam regidas em solo brasileiro pela NBR 10152 (BRASIL, 2007).

## 2.14. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

Ao se conceber um novo sistema, processo ou método de fabricação, pode-se usar a técnica da Análise Preliminar de Riscos (APR), que tem por objetivo determinar, e, se possível, minimizar os riscos que podem estar presentes futuramente, já na fase operacional (FANTAZZINI, 2003 apud VIANA et al., 2014).

Trata-se de uma análise inicial qualitativa, em que a resolução de problemas baseada na experiência (tentativa e erro) não é viável, conveniente ou possível (FARIA, 2011 apud VIANA et al., 2014).

Também é útil para evitar surpresas em processos ou procedimentos já em vigor, em situações que possam ter passado despercebidas até então (FARIA, 2011 apud VIANA et al., 2014).

Num contexto de Segurança do Trabalho, é especialmente interessante seu uso, já que pode evitar acidentes potencialmente fatais ou que causem afastamento (VIANA et al., 2014).

Para a elaboração de uma APR, alguns passos básicos devem ser seguidos (VIANA et al., 2014):

- Revisão de problemas conhecidos. A equipe responsável pela elaboração deve buscar, pela experiência ou através de pesquisas, semelhanças e similaridades com o ambiente em questão.
- Determinação dos riscos principais.
- Determinação das possíveis causas.
- Possíveis efeitos.
- Categorizar o risco.
- Meios de mitigar o risco.
- Responsabilidades (Opcional).

Com isso, pode-se criar uma tabela, e elaborar uma Matriz de Riscos, onde se poderá avaliar a frequência e severidade dos riscos e então categorizá-los, como na Figura 10 (VIANA et al., 2014).

Análise Preliminar de Risco							
Etapa	Perigo	Causas	Consequências	Categoria			Recomendações
				Frequência	Severidade	Risco	

**Figura 10 – Planilha de APR**  
Fonte: Viana, 2014.

Na sequência, há a necessidade de definir a frequência da possível ocorrência. Isto ajudará a definir a categoria do risco posteriormente. Tais frequências estão resumidas na Figura 11.

Categoria	Denominação
A	Extremamente Remota
B	Remota
C	Improvável
D	Provável
E	Frequente

**Figura 11 – Categorias de Frequência**  
Fonte: Viana et al. (2014).

O próximo passo é definir categorias de severidade para as ocorrências. Estas categorias estão mostradas na Figura 12.

Categoria	Denominação	Descrição/Características
I	Desprezível	Não ocorrem lesões ou mortes de funcionários, de terceiros, e/ou de pessoas extramuros (indústria e comunidade). O máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor.
II	Marginal	Lesões leves em funcionários, terceiros, e/ou pessoas extramuros.
III	Crítica	Lesões de gravidade moderada em funcionários, em terceiros, e/ou em pessoas extramuros. Probabilidade remota de morte de funcionários e/ou de terceiros. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
IV	Catastrófica	Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (funcionários e/ou pessoas extramuros).

**Figura 12 – Categorias de Severidade**  
Fonte: Viana et al. (2014).



A partir do cruzamento destas informações, é possível determinar uma categoria de risco para as ocorrências, conforme mostrado na Figura 13.

Frequência						Severidade	Legenda	
A	B	C	D	E	Risco			
2	3	4	5	5	IV		1	Desprezível
1	2	3	4	5	III		2	Menor
1	1	2	3	4	II		3	Moderado
1	1	1	2	3	I	4	Sério	
							5	Crítico

**Figura 13 – Categorias de Risco**  
 Fonte: Camacho (2005) e Amorim (2010) apud Viana et al. (2014).

Deste modo, se pode criar um documento de uso do pessoal de Segurança e Saúde do Trabalho indicando os possíveis riscos presentes nos postos de trabalho analisados.

Na Figura 14, um pequeno exemplo de uma APR de uso do pessoal de Saúde e Segurança do Trabalho:

Análise Preliminar de Perigos (APP)							
Acabamento e revestimento							
Etapa do processo	Perigo	Causas	Consequências	CATEGORIA			Recomendações
				Frequência	Severidade	Risco	
LIXAMENTO DAS SUPERFÍCIES	POEIRAS	Inalação de poeiras devido ao lixamento das superfícies.	Dermatites, conjuntivite e problemas respiratórios.	E	II	4	Utilizar máscaras contra poeiras, luvas impermeáveis.
	QUEDA EM ALTURA	Não uso do cinto de segurança; falta de manutenção do equipamento; falta de treinamento;	Fraturas, escoriações e até óbito.	D	II	3	Utilizar bancadas adequadas, cinto de segurança tipo pára-quedista com talabarte
	DORES NAS COSTAS E MEMBROS	Postura inadequada e movimentos repetitivos.	Lesão na coluna cervical, baixa produtividade, LER, etc.	D	II	3	Ginástica laboral, treinamento sobre postura adequada, etc.

**Figura 14 – Matriz APR de Exemplo**  
 Fonte: Viana et al. (2014).

Existe ainda um outro tipo de APR, que é utilizado pelo trabalhador em seu local de trabalho. Trata-se de um *check-list* de atividades e verificações de segurança que devem ser executados antes da realização de qualquer procedimento. Tal documento costuma ser elaborado pelo pessoal de Saúde e Segurança do Trabalho da empresa, em conjunto com os gestores da área. A Figura 15 é um excerto deste tipo de APR.

Nome da Equipe		Empresa	Data / /	
Nome dos Eletricistas			Assinaturas	
Supervisor (Guardião da Vida):				
Executor da Tarefa:				
Item	Riscos	Controles	Aplica	Não se Aplica
1	Contato acidental com condutores ou equipamentos energizados	Usar Luvas de borracha/cobertura		
		Desenergizar equipamento/ fonte		
		Usar Bastão isolante		
		Usar Ferramenta eletricamente isolada		
		Manter distância de segurança		
2	Presença de tensão elétrica indevida	Identificar com exatidão os pontos da intervenção		
		Constatar a Ausência de Tensão (Testar com Detector)		
		Instalar Aterramento Temporário		
		Instalar Sinalização de Impedimento de Reenergização		
		Proteger os elementos energizados na zona controlada		
3	Ocorrência de curto-circuito	Desligar equipamento/fonte		
		Usar Ferramenta eletricamente isolada		
		Proteger condutores e outras partes vivas		
4	Exposição a chama proveniente de curto-circuito	Usar uniforme retardante a chama adequadamente		
		Usar Luvas de borracha/cobertura		
5	Relacionado ao trânsito de veículos e transeuntes	Delimitar área de trabalho		
		Sinalizar com cones e fitas		

Figura 15 – APR utilizada pelo trabalhador  
Fonte: CPFL, 2014.

### 3. METODOLOGIA

Estudo de caso é uma investigação empírica que analisa um dado fenômeno dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas. (YIN,1989 apud BRESSAN, 2004). Deste modo, dado que o objeto deste trabalho é uma situação presente e prática, não apenas teórica, se pode definir como estudo de caso.

Segundo Günther (2006), o estudo de caso é o ponto de partida, ou elemento essencial da pesquisa qualitativa. A primazia da compreensão como princípio do conhecimento é o que define a pesquisa qualitativa (FLICK et al., 2000 apud GÜNTHER, 2006). Deste modo, pode-se definir este trabalho como um estudo de caso qualitativo, que visa a adequação do objeto de estudos aos limites definidos nas Normas Regulamentadoras brasileiras.

A realização deste trabalho ocorreu em um laboratório de testes elétricos no sul do Brasil.

A metodologia adotada neste trabalho foi de realizar medições diretas nos postos de trabalho do laboratório, com o principal equipamento gerador de ruído ligado e também com este desligado. Os trabalhadores também foram questionados acerca da sensação de desconforto acústico no local de trabalho e sobre os exames médicos realizados periodicamente.

A medições foram efetuadas com a utilização de Decibelímetro da marca Minipa, modelo MSL-1325A, pertencente ao Departamento Acadêmico de Construção Civil da UTFPR. Com um trabalhador posicionado no posto de trabalho, a medição foi feita na altura de sua orelha externa, conforme preconizado pela NR-15.

Como trata-se de três postos de trabalho, estes serão denominados de postos A, B e C.

O posto de trabalho A é o mais próximo da fonte geradora de ruído, ao passo que o posto de trabalho denominado C é o mais distante.

Após a tabulação desses dados, foi efetuada uma análise destes resultados, indicando se há riscos à saúde dos trabalhadores envolvidos ou não, à luz dos limites de tolerância a ruído estabelecidos na NR-15.

Adicionalmente, conforme preconiza a NR-9, são verificados os parâmetros que avaliam se foi atingida o Nível de Ação.

Finalizando a avaliação do ambiente de trabalho, a NR-17, que trata de Ergonomia, será objeto de análise, através da NBR-10152, que estabelece os níveis de ruído para conforto acústico.

Caso se justifique, haverá a elaboração de um plano de ação, ou mesmo um plano de conservação auditiva.

### 3.1. HISTÓRICO DO LOCAL

Para melhor situar a justificativa do trabalho, alguns pontos de esclarecimento se fazem necessários.

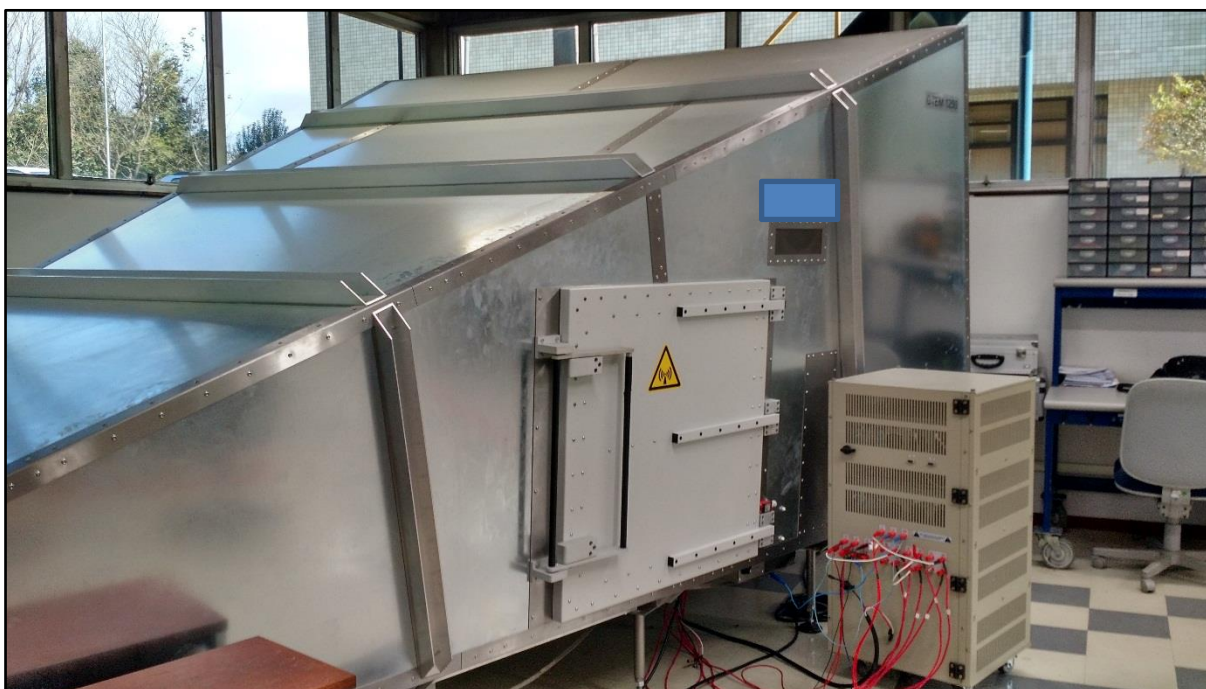
O autor deste trabalho já realizou atividades profissionais neste laboratório. E, como é típico em períodos de grande crescimento da economia, tal laboratório passou por profundas mudanças, características de sua expansão. E o autor esteve presente neste período de expansão, acompanhando *in loco* tais mudanças.

De um laboratório pequeno e silencioso, este passou a ser um laboratório bem maior, e com equipamentos de grande porte, com um nível de ruído que não havia se apresentado até então.

E foi justamente essa mudança na situação acústica do ambiente que levou à escolha deste tema.

### 3.2. INSTALAÇÃO DE NOVO EQUIPAMENTO

Como citado no item 3.1, durante o tempo em que o autor esteve atuando no laboratório onde foram realizadas as medições que são tema deste trabalho, houve a instalação de um equipamento de grande porte. Trata-se de uma câmara para efetuar testes de *compliance* de equipamentos elétricos e eletroeletrônicos segundo normas nacionais e internacionais, a qual é retratada na Figura 16.



**Figura 16 – Câmara de testes eletromagnéticos**  
**Fonte: O Autor, 2016.**

Além da câmara propriamente dita, que é selada eletromagneticamente, há os equipamentos auxiliares, como ventiladores, amplificadores e fontes de tensão e corrente, os quais ficam instalados em um armário próprio para isso, retratado na Figura 17.



**Figura 17 – Armário com Equipamentos auxiliares**  
Fonte: O Autor, 2016.

Tais equipamentos, quando atuando em conjunto, produzem um nível de ruído que, a princípio, não deve ser desprezado.

Assim que houve a instalação do equipamento, o autor deste trabalho notou que se sentia mais irritadiço em dias que os equipamentos ficavam muito tempo ligados. A questão era descobrir se os outros membros da equipe sentiam o mesmo e se os níveis de ruído do local poderiam estar contribuindo para isso, ou mesmo estivessem gradualmente causando uma condição patológica, se acima dos limites de tolerância estabelecidos pela NR-15.

Interessante lembrar que o modo como cada trabalhador reage ao ruído é diferente, portanto, a situação de irritabilidade descrita acima poderia não se repetir com outros trabalhadores.

### 3.3. AMBIENTE DE TRABALHO

Dado que atualmente três trabalhadores desenvolvem suas atividades no laboratório, sendo dois técnicos e um estagiário, existem três postos de trabalho.

Todos foram questionados se sentiam algo relacionado a irritabilidade ou desconforto quando a câmara estava em funcionamento, e, portanto, emitindo ruído.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Questionados se sentiam algo relacionado a irritabilidade quando a câmara estava emitindo ruído, nenhum dos três respondeu afirmativamente. Isto já foi um indício que os valores obtidos estariam dentro dos limites de tolerância. Importante sublinhar que todos passam por exame de audiometria periodicamente.

Os resultados obtidos com a câmara desligada são apresentados no Quadro 3, para os postos de trabalho A, B e C.

	Medida obtida
Posto A	49,0 dB(A)
Posto B	51,5 dB(A)
Posto C	52,0 dB(A)

**Quadro 3 – Resultados medidos com a câmara desligada**  
**Fonte: O Autor, 2016.**

As medições para os mesmos três postos de trabalho também foram feitas com a câmara ligada, conforme Quadro 4.

	Medida obtida
Posto A	65,5 dB(A)
Posto B	64,5 dB(A)
Posto C	57,0 dB(A)

**Quadro 4 – Resultados medidos com a câmara ligada**  
**Fonte: O Autor, 2016.**

Com os resultados obtidos se pode observar que estão todos dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela NR-15.

Se percebe também que o posto de trabalho C foi o menos afetado com o ruído produzido pela câmara. Inclusive, com a câmara desligada ele apresentava um nível de pressão sonora maior que dos outros postos de trabalho. Infere-se, portanto, que o ruído de fundo, abordado no item 2.11.5, é maior no posto C.

Uma única medida foi efetuada na saída do equipamento, a qual se registrou um nível de 72,5 dB. Tal medida não foi tabulada por não ter sido realizada em um posto de trabalho.



#### 4.1. PLANO DE AÇÃO

Ao se consultar o Quadro 4, se observa que o maior valor de Nível de Pressão Sonora obtido foi de 65,5 dB(A). Este valor está abaixo de qualquer limite imposto pela NR-15, não sendo necessária, portanto, a adoção de nenhuma medida protetiva.

A NR-9, entretanto, estabelece um valor chamado de Nível de Ação. Isto significa um valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas, de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição.

Este nível de ação é estabelecido, pela NR-15, à dose de 0,5 ou seja, a 50% da dose permitida.

Como não há valores tabelados para NPS abaixo de 80 dB, este terá de ser calculado.

A Norma de Higiene Ocupacional 01 (FUNDACENTRO, 2001) estabelece para este cálculo a seguinte equação:

$$NPS = 85 + 10 * \log \left( \frac{480}{t} \right)$$

**Equação 1 – Cálculo de NPS**  
**Fonte: FUNDACENTRO, 2001.**

Como o valor de NPS encontrado foi de 65,5 dB, o tempo máximo de exposição (t), calculado pela equação acima é de 42.780 minutos. Supondo uma jornada de trabalho de 8 horas ininterruptas, ou seja, 480 minutos, a dose obtida seria de  $D = (480/42780) = 0,0112$  ou seja, pouco mais de 1% da dose.

Neste caso, definitivamente não há necessidade de plano de ação em relação a emissão de ruídos neste ambiente.

Porém, em relação à NR-17, cujo tema é Ergonomia, o ambiente apresenta alguns problemas. A NR-17 transfere à NBR-10152 a definição dos valores adequados de ruído tolerável para fins de conforto.

Para salas com computadores em geral, a NBR 10152 estabelece que o Nível de Pressão Sonora em dB(A) deve estar situado na faixa entre 45 e 65 dB(A) (ABNT, 1987).

Importante estabelecer aqui que, apesar do uso do nome “laboratório”, não é adequado utilizar a faixa de 40 a 50 dB(A), visto que esta se refere a laboratórios da área de saúde.

Com o uso da faixa adequada, “salas de computadores”, um dos postos de trabalho fica fora das especificações, conforme destacado no Quadro 5, podendo a empresa sofrer penalidades em caso de fiscalização.

	Medida obtida
Posto A	65,5 dB(A)
Posto B	64,5 dB(A)
Posto C	57,0 dB(A)

**Quadro 5 – Posto de trabalho fora das especificações**  
**Fonte: O Autor, 2016.**

Interessante observar que o posto de trabalho B também está no limite do aceitável, portanto dependendo das condições gerais de ruído no ambiente e do momento que a medida for realizada, esta poderá resultar fora de especificação.

Como não há risco à saúde dos trabalhadores, mas há essa questão envolvendo a NR-17, as seguintes sugestões serão feitas à empresa:

- Redução de ruído na fonte. Como o acesso à câmara é fundamental à realização dos testes, pelo menos o armário de equipamentos, retratado na Figura 17, poderia ser colocado num biombo, de modo a reduzir as emissões sonoras.
- Fornecer protetor auricular para o pessoal envolvido. Ainda que isso pudesse dificultar a comunicação com os clientes que muitas vezes acompanham os testes, seria uma medida protetiva válida.
- Mudança nos postos de trabalho, com o afastamento destes das fontes de ruído.
- Excluir as fontes mais ruidosas. Ainda que seja uma solução de difícil aplicação, o uso de equipamentos auxiliares mais modernos e menos ruidosos poderia ser uma alternativa.
- Criação de um Programa de Conservação Auditiva (P.C.A.). Formado por profissionais das áreas administrativa, de engenharia e de saúde, programas deste tipo tem por objetivo prevenir que as condições de trabalho provoquem a deterioração da saúde auditiva dos trabalhadores envolvidos, avaliando locais de risco, submetendo os profissionais a avaliações audiológicas, fornecendo EPIs adequados e avaliando ao longo do tempo os resultados obtidos, dentre outras ações.

## 4.2. CRIAÇÃO DE APR

Conforme descrito no item 2.14, existe a APR gerada pelo pessoal do SESMT para seu próprio uso e controle, e a APR de uso do trabalhador final, em formato de *check-list*. Dada a importância dos dois, ambos serão criados para o laboratório em estudo neste trabalho.

No caso da APR gerada pelo pessoal de SESMT, sua separação se deu conforme os testes realizados no local. Uma outra possibilidade seria fazer a separação de acordo com as normas atendidas pelo laboratório e seus respectivos testes.

Naturalmente, este tipo de análise precisa ser atualizado periodicamente, e deve haver um esforço do SESMT em buscar a contribuição dos trabalhadores que atuam no dia-a-dia do(s) posto(s) de trabalho analisado(s).

No Quadro 6, está parte da APR gerada, sendo apresentados os riscos para o Teste ESD.

Análise Preliminar de Risco							
Laboratório de Compatibilidade Eletromagnética							
Etapa	Perigo	Causas	Consequências	Categoria			Recomendações
				Frequência	Severidade	Risco	
TESTE ESD	Choque Elétrico	Encostar sem a devida proteção em partes energizadas	Queimaduras	B	I	1	Utilização de Luvas de Proteção
	Queda de Equipamentos sobre partes do corpo	Equipamentos de teste/ sob teste colocados à beira da mesa de testes	Escoriações, Fraturas	D	II	3	Não colocar nada próximo às bordas da mesa.

**Quadro 6 – APR, Teste ESD**  
**Fonte: O Autor, 2016.**

Já no Quadro 7, está a parte da APR relativa ao Teste de Surto.

TESTES DE SURTO	Choque Elétrico	Encostar sem a devida proteção em partes energizadas	Queimaduras, Desmaios, Fibrilação	B	IV	3	Manter Distância do equipamentos em teste, usar equipamentos de proteção
	Tropeços em equipamentos em teste, planos de teste, fontes, etc.	Não perceber a presença do material.	Escoriações, Fraturas	D	II	3	Manter Distância do equipamentos em teste, evitar passar no local em momentos de teste.
	Arremesso de materiais ao ar.	Explosão de equipamentos em teste	Queimaduras, escoriações, perfurações em partes sensíveis, como olhos, rosto, etc.	C	III	3	Uso de óculos de proteção, manter certa distância dos testes
	Inalação de gases tóxicos	Explosão de equipamentos em teste	Falta de ar, vermelhidão nos olhos, tosse	D	II	3	Manter distância dos testes, ter extintores de incêndio sempre à mão
	Limitação do limiar auditivo	Explosão de equipamentos em teste	Zumbido no ouvido, limitação temporária de audição, etc.	D	II	3	Uso de protetores auriculares, manter distância dos testes, testar inicialmente em níveis de tensão mais baixos

**Quadro 7 – APR, Testes de Surto**

Fonte: O Autor, 2016.

Por fim, no Quadro 8, estão apresentados os riscos mapeados para os testes na Câmara GTEM.

TESTES NA CÂMARA GTEM	Limitação do limiar auditivo	Ruído Contínuo	Zumbido no ouvido, limitação temporária de audição, etc.	D	II	3	Uso de protetores auriculares, não ficar o tempo todo exposto à câmara ligada.
	PAIR	Ruído Contínuo	Zumbido constante no ouvido, perda gradativa da audição, etc	D	III	4	Uso de protetores auriculares, não ficar o tempo todo exposto à câmara ligada.

**Quadro 8 – APR, Testes na Câmara GTEM**

Fonte: O Autor, 2016.

No Quadro 9, está a APR em formato de *check-list*, para que o trabalhador final possa, no posto de trabalho, checar os itens de sua própria segurança.

Data:		Assinaturas:		
Nome do Funcionário:				
Supervisor:				
Item	Riscos	Controles	Aplica	Não se aplica
1	Encostar sem a devida proteção em partes energizadas	Usar luvas de Proteção		
		Usar ferramenta isolada		
		Manter distância de segurança		
2	Queda de equipamentos de teste/ sob teste colocados à beira da mesa de testes	Verificar se não há equipamentos nas bordas		
		Delimitar área de trabalho		
		Sinalizar área sob teste		
3	Ocorrência de Curto-Circuito	Desligar fonte		
		Manter distância de segurança		
4	Não perceber a presença do material.	Inspecionar ambiente		
		Delimitar área de trabalho		
		Sinalizar área sob teste		
5	Explosão de equipamentos em teste	Usar luvas de Proteção		
		Manter distância de segurança		
		Delimitar área de trabalho		
		Sinalizar área sob teste		
		Desligar fonte		
6	Ruído Contínuo	Usar protetor auricular		
7	Má condição física ou psicológica	Fazer checagem individual		
		Substituir membro da equipe		
Outros Riscos identificados:		Controles (Especificar):		

**Quadro 9 – APR, Local de Trabalho**  
**Fonte: O Autor, 2016.**

Este *check-list* trata-se de uma ferramenta de uso do profissional que atua diretamente no posto de trabalho. Sua elaboração deve ser um trabalho comum entre o pessoal de SESMT, gestores e os próprios trabalhadores.

Do mesmo modo que a APR mostrada nos Quadros 6, 7 e 8, este *check-list* deve estar em constante desenvolvimento, sendo que qualquer atividade nova ou mudança de procedimento já existente deve ser contemplada, fazendo-se as alterações necessárias.

Ao passo que na APR dos Quadros 6, 7 e 8 é feita a divisão conforme os testes, o *check-list* procura ser bastante generalista, visto que os problemas podem ocorrer em qualquer teste.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação dos resultados das medições efetuadas com a câmara de testes ligada e com a mesma desligada mostrou que sua instalação trouxe alterações significativas no conforto acústico do local.

Os valores de NPS obtidos estão dentro dos limites de tolerância aceitáveis pela NR-15, de modo a evitar que os trabalhadores expostos possam sofrer perda auditiva futura. Em relação ao conforto acústico, entretanto, alguns valores obtidos ultrapassam ou tangenciam os valores indicados nas normas definidas pela NR-17. Deste modo, algumas sugestões são feitas no intuito de melhorar esta situação.

Quando questionados a respeito, zero% dos trabalhadores do local apresentou queixas a respeito da situação acústica do ambiente. Em relação a estes trabalhadores, 100% deles passam por exames de audiometria periodicamente.

Adicionalmente, a APR e o *check-list* elaborados para o local podem ser ferramentas úteis na prevenção de acidentes de trabalho no local.

A adoção de tais medidas e ferramentas fica a critério dos gestores do local.

## REFERÊNCIAS

ABNT: **NBR-10.152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

AMORIM, E. **Ferramentas de Análise de Risco**. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/Apostila%20de%20ferramentas%20de%20an%C3%A1lise%20de%20risco.doc>. Acesso em 28 de Novembro de 2016.

BRASIL, 2006. **Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR)**. Disponível em: [http://renastonline.ensp.fiocruz.br/sites/default/files/Protocolo\\_PAIR.pdf](http://renastonline.ensp.fiocruz.br/sites/default/files/Protocolo_PAIR.pdf). Acesso em 23 de Novembro de 2016.

BRASIL, 2007. **NR 17 – Ergonomia**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf> . Acesso em 28 de Novembro de 2016.

BRASIL, 2014. **NR 15 – Atividades e Operações Insalubres**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf> . Acesso em 08 de Novembro de 2016.

BRASIL, 2014. **NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf> . Acesso em 08 de Novembro de 2016.

BRESSAN, F. **O método do estudo de caso e seu uso em administração**. Revista ANGRAD (2004). Disponível em: [http://www.old.angrad.org.br/\\_resources/\\_circuits/article/article\\_1024.pdf](http://www.old.angrad.org.br/_resources/_circuits/article/article_1024.pdf). Acesso em 29 de Novembro de 2016.

CARVALHO, R.P. **Acústica Arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2010.

CASTELO BRANCO, N. et al. **O aparelho respiratório na doença vibroacústica: 25 anos de investigação**. Rev Port Pneumol. (2007). Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1697/169718457004.pdf>. Acesso em: 15 de Novembro de 2016.

CPFL. **Formulário de Planejamento: Análise Preliminar de Risco (2014)**. Disponível em <http://www.cpfl.com.br/sites/xxisendi/rodeio-nacional-de-eletricistas/regras-do-rodeio/Documents/analise-preliminar-de-riscos-apr.pdf>. Acesso em 28 de Novembro de 2016.

EL DIB, R. et al. **A systematic review of the interventions to promote the wearing of hearing protection**. Sao Paulo Medical Journal (2007). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spmj/v125n6/a13v1256.pdf> Acesso em: 31 de Outubro de 2016

FERREIRA, J. R. et al. **Drive respiratório anormal na doença vibroacústica**. Rev Port Pneumol. (2006). Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1697/169718483003.pdf>. Acesso em: 17 de Novembro de 2016.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – 01**. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/download/Publicacao/195/NHO01-pdf>. Acesso em 24 de Novembro de 2016.

GANIME, J. et al. **O Ruído como um dos Riscos Ocupacionais: Uma Revisão de Literatura**. Revista Enfermería Global (2010). Disponível em: [http://scielo.isciii.es/pdf/eg/n19/pt\\_revison1.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/eg/n19/pt_revison1.pdf). Acesso em: 20 de Novembro de 2016.

GERGES, S. **Ruído: fundamentos e controle. 2. ed. rev. e ampl.** Florianópolis: NR, 2000.

GUNTHER, H. **Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão?** Rev. Psic. Teoria e Pesquisa (2006). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2>. Acesso em: 28 de Novembro de 2016.

LEME, O. L. S. **Estudo audiométrico comparativo entre trabalhadores de área hospitalar expostos e não expostos a ruído**. Rev. Bras. Otorrinolaringol.(2010). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rboto/v67n6/8453.pdf>. Acesso em 10 de outubro de 2016.

MASINI, H. **Medição Automática do Coeficiente de Absorção Acústica de Materiais**. Rev. Horizonte Científico (2011). Disponível em: [www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/download/4391/7964](http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/download/4391/7964). Acesso em 29 de Novembro de 2016.

MASSERA, C. **O Ruído no Meio Ambiente** in: **O Estudo do Ruído – Manual de Consenso**. Jundiaí: UNIMED, 2015.

MATEUS, D. **Acústica de Edifícios e Controlo de Ruído**. Apontamentos da Disciplina. FCTUC. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~earpe/conteudos/ARE/Apontamentosdadisciplina.pdf>. Acesso em 07 de Novembro de 2016.

NETO, M. **Nível de Conforto Acústico: uma proposta para edifícios residenciais**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, UNICAMP 2009.

OLMI, C. R. **PAIR – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**. Trabalho de Pós-Graduação em Enfermagem do Trabalho. Faculdade Redentor. Juiz de Fora, 2012.

RIBEIRO, A.; CÂMARA, V. **Perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora em trabalhadores de manutenção de aeronaves de asas rotativas**. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/csp/v22n6/11.pdf>. Acesso em 22 de Novembro de 2016.



ROCHA, R. et al. **Efeito de estresse ambiental sobre a pressão arterial de trabalhadores.** Rev. Saúde Pública (2002). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n5/13145.pdf>. Acesso em: 15 de Novembro de 2016.

RUIZ, C. A. **O Estudo do Ruído – Manual de Consenso.** Jundiaí: UNIMED, 2015.

SESI. **Técnicas de Avaliação de Agentes Ambientais: manual SESI.** Brasília: SESI/DN, 2007.

TELES, R. M.; MEDEIROS, M. **Perfil audiométrico de trabalhadores do distrito industrial de Maracanaú - CE.** Rev. soc. bras. fonoaudiol. (2007). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsbf/v12n3/a11v12n3.pdf>. Acesso em 25 de Novembro de 2016.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. **Notícias do TST.** Disponível em: [http://www.tst.jus.br/noticias/-/journal\\_content/56/10157/2038399?refererPlid=10730](http://www.tst.jus.br/noticias/-/journal_content/56/10157/2038399?refererPlid=10730). Acesso em 30 de Outubro de 2016.

SÓ FÍSICA, 2016. **Difração de Ondas.** Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Ondas/difracao.php>. Acesso em 29 de Novembro de 2016.

VELÁSQUEZ, M.; ZAPATA, T. **El ruido y el diseño de un ambiente acústico.** Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial (2005). Disponível em: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol8\\_n2/a13.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol8_n2/a13.pdf). Acesso em 24 de Novembro de 2016.

VIANA, M. et al. **Análise preliminar de riscos na atividade de acabamento e revestimento externo de um edifício.** Rev. Monografias Ambientais (2014). Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/download/13061/pdf>. Acesso em 29 de Novembro de 2016.

VITTORINO, E. **Requisitos de Conforto Acústico, Desempenho Acústico e as Experiências de ensaios de laboratório e campo IPT-SP (2013).** Disponível em: [http://www.proacustica.org.br/assets/files/DiaRuido/Apresentacoes-2013/FulvioVitorino\\_IPT\\_24AbrilProAcustica.pdf](http://www.proacustica.org.br/assets/files/DiaRuido/Apresentacoes-2013/FulvioVitorino_IPT_24AbrilProAcustica.pdf). Acesso em: 28 de Novembro de 2016.