



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
CAMPUS FLORESTA  
TECNOLOGIA EM GESTÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

**BRUNO CÉSAR LARANJEIRA FERRAZ**

**A INTENSIDADE DE RUÍDO NAS INSTALAÇÕES DE UMA EMPRESA  
DO RAMO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES E COMO OS  
PROGRAMADORES DA EMPRESA SÃO AFETADOS POR ESTE  
FATOR AMBIENTAL.**

Floresta,  
Dezembro/2014

**BRUNO CÉSAR LARANJEIRA FERRAZ**

**A INTENSIDADE DE RUÍDO, NAS INSTALAÇÕES DA EMPRESA DO  
RAMO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES, E COMO OS  
PROGRAMADORES DA EMPRESA SÃO AFETADOS POR ESTE  
FATOR AMBIENTAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Floresta como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Willma Campos Leal

Floresta,  
Dezembro/2014

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F368i Ferraz, Bruno César Laranjeira

A intensidade do ruído nas instalações de uma empresa do ramo de desenvolvimento de softwares e como os programadores da empresa são afetados por este fator ambiental.. / Bruno César Laranjeira Ferraz - Floresta, 2014.

69 f. il.

Orientadora: Willma Campos Leal.  
Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Floresta.

1. Ruído. 2. Tecnologia. 3. Normas. 4. Fatores. 5. Profissional.

I. Leal, Willma Campos. II. Título.

CDD: 363.11

# TERMO DE APROVAÇÃO

**BRUNO CÉSAR LARANJEIRA FERRAZ**

**A INTENSIDADE DE RUÍDO, NAS INSTALAÇÕES DA EMPRESA DO RAMO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES, E COMO OS PROGRAMADORES DA EMPRESA SÃO AFETADOS POR ESTE FATOR AMBIENTAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação, defendida e aprovada no 19/12/2014 pela banca examinadora.**

**Willma Campos Leal:  
82063362491**

Assinado digitalmente por Willma Campos Leal:82063362491  
DN: CN=Willma Campos Leal:82063362491, OU=IF SERTAO-PE - Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Sertao Pernambucano, O=CPEdu, C=BR  
Razão: Eu estou aprovando este documento  
Localização: sua localização de assinatura aqui  
Data: 2021.01.07 15:16:41-03'00'  
Foxit PhantomPDF Versão: 10.1.1

---

**Willma Campos Leal**  
Esp. em Engenharia de Segurança do Trabalho

**Herton Freire  
Vilarim:06781109480**

Assinado de forma digital por  
Herton Freire Vilarim:06781109480  
Dados: 2021.01.07 21:14:49 -03'00'

---

**Herton Freire Vilarim**  
Bacharel em Sistemas de Informação

---

**Lyrane Teixeira de Brito Bezerra**  
Bacharel em Sistemas de Informação

Floresta, Dezembro/2014



Datas e horários baseados no fuso horário (GMT -3:00) em Brasília, Brasil  
**Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON)**  
Certificado de assinatura gerado em 14/01/2021 às 09:20:24 (GMT -3:00)

## TERMO DE APROVAÇÃO 2.pdf

ID única do documento: #1e3fb50a-e2bd-4e01-b8ee-580f3ec8e860

Hash do documento original (SHA256): d516335a8e307eb6df433d3092966381d39621c1ca0c530bcf6e24bf7ce2d4a7

Este Log é exclusivo ao documento número #1e3fb50a-e2bd-4e01-b8ee-580f3ec8e860 e deve ser considerado parte do mesmo, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso.

---

## Assinaturas (1)

- Lyrane (Participante)**  
Assinou em 14/01/2021 às 09:23:24 (GMT -3:00)

---

## Histórico completo

Data e hora	Evento
14/01/2021 às 09:23:25 (GMT -3:00)	Documento assinado por todos os participantes.
14/01/2021 às 09:23:24 (GMT -3:00)	Lyrane (Autenticação: e-mail <a href="mailto:lyrane.teixeira@ifce.edu.br">lyrane.teixeira@ifce.edu.br</a> ; IP: 177.37.239.189) assinou. Autenticidade deste documento poderá ser verificada em <a href="https://verificador.contraktor.com.br">https://verificador.contraktor.com.br</a> . Assinatura com validade jurídica conforme MP 2.200-2/01, Art. 10o, §2.
14/01/2021 às 09:20:24 (GMT -3:00)	Lyrane Teixeira de Brito Bezerra solicitou as assinaturas.

Dedico este trabalho aos meus amigos e colegas da turma 2009.1, do Curso de Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação do IF-Sertão Pernambucano, Campus Floresta - PE, por terem me ensinado os conceitos de amizade e simplicidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, a minha orientadora Willma Campos Leal, as minhas amigas Sandra Souza Nascimento e Aline Alzira Silva, ao Departamento de Trânsito de Paulo Afonso-BA, aos professores Chico Gama, Elismar Moraes, Cassiano Henrique, Amós Garcia, Lincoln Tavares, Wagner Pinheiro, Augusto Coutinho, Mariângela Ernesto, e Rosineuman Leal, aos meus amigos do Grupo OzKabaCahorro, a minha mãe, aos meus irmãos, e a minha tia Maria Izabel Ferraz.

*“Acharemos um caminho, ou o construiremos”*

*Anibal, O Bárbaro*



## RESUMO

Nos dias atuais, em uma sociedade capitalista e num mercado extremamente competitivo, as empresas se preocupam com o capital humano, e procuram propiciar condições de trabalho mais confortáveis para diminuir o impacto causado pelo estresse no ambiente de trabalho. Buscar formas de eliminar fatores ambientais nocivos a saúde do trabalhador, deve ser levado em consideração em todos os seguimentos do mercado de trabalho. Na área de TI, o conhecimento profissional é considerado fator determinante para o sucesso de uma empresa. Fatores ambientais como ruído, luminosidade e temperatura devem ser controlados, e adequados de forma que atendam e se enquadrem naquilo que é previsto nas NRs (Normas Regulamentadoras) e nas leis que tratam da saúde do trabalhador. Este trabalho tem o objetivo de investigar em uma empresa do setor de TI, se o fator “ruído” interfere de alguma maneira no desempenho de seus profissionais programadores de forma negativa.

**Palavras-chave:** Ruído, Tecnologia, Normas, Fatores, Profissional

## **ABSTRACT**

Nowadays, in a capitalist society and a highly competitive market, companies are concerned with human capital, and seek support for working conditions more comfortable to lessen the impact caused by stress in the workplace. Seek ways to eliminate harmful environmental factors to workers' health should be taken into account in all segments of the marked work. In IT, professional knowledge is considered a determining factor for the success of a company. Environmental factors such as noise, light and temperature must be controlled and appropriate manner that meet and fall in what is provided for in NRs (Regulatory Standards) and laws dealing with workers' health. This work aims to investigate in a company in the IT sector, the factor "noise" interferes in any way in the performance of their professional programmers negatively.

Keywords: Noise, Technology, Standards, Factors, Professional

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Contextualização .....	12
1.2	Objetivos .....	13
1.3	Justificativa .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>15</b>
2.1	Ergonomia .....	15
2.2	Correlação Entre Ergonomia e Saúde dos Trabalhadores .....	15
2.3	Fatores Humanos em Ergonomia .....	16
2.4	Fatores Ambientais em Ergonomia na Profissão de Técnicos em Informática .....	17
2.5	Ruído .....	18
2.5.1	<i>Ruído Ocupacional</i> .....	18
2.5.2	<i>Classificação Geral do Ruído</i> .....	19
2.6	Pressão Sonora .....	20
2.6.1	<i>Nível de Pressão Sonora</i> .....	21
2.7	Som .....	21
2.7.1	<i>Propriedades do Som</i> .....	22
2.7.2	<i>Frequência</i> .....	22
2.7.3	<i>Intensidade do Som</i> .....	23
2.7.4	<i>Timbre</i> .....	23
2.7.5	<i>Propagação do Som</i> .....	23
2.8	Pressão do Ar .....	24
2.9	Princípio de Huygens .....	24
2.10	Surdez .....	24
2.11	Poluição Sonora .....	25
2.12	Legislação .....	25
2.12.1	<i>Lei de Weber-Fechner</i> .....	25
2.13	Ministério do Trabalho .....	26
<b>3</b>	<b>CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO</b>	<b>30</b>
3.1	Decibelímetro .....	31
3.2	Calibração .....	31
3.3	Acústica Eficácia .....	31
3.4	Isolamento .....	32
3.5	Consequências da Exposição ao Ruído .....	33
3.6	PAIR (Perda Auditiva Induzida Por Ruído) .....	34
3.7	Processo de Perda Auditiva (Lenta) .....	35
3.8	Saúde Ocupacional .....	36
3.9	Danos do Ruído a Saúde .....	39
3.10	Sistema Auditivo Humano .....	41
3.11	Ruído X Produtividade .....	42
3.12	Medidas Preventivas da PAIR .....	43
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>45</b>
4.1	Forma de Aplicação das medições e do questionário .....	64
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>66</b>
5.1	Resultados das medições utilizando o decibelímetro .....	66
5.2	Resultados Obtidos com a Aplicação do Questionário .....	73
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>74</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
	ANEXO I .....	80
	ANEXO II .....	83
	ANEXO III .....	84

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ruído do tipo contínuo	19
Figura 2.2 – Ruído do tipo flutuante	20
Figura 2.3 – Ruído do tipo impacto ou impulsivo	20
Figura 3.10.1 – Sistema Auditivo humano	42
Figura 4.1 – Fonte de Ruído	48
Figura 4.2 – Fonte de Ruído	49
Figura 4.3 – Especificações Técnicas do NoBreak	49
Figura 4.4 – Planilha de Cálculo	65
Figura 4.5 – Aplicação de Pesquisa	66
Figura 5.1 - Gráfico 1	66
Figura 5.2 - Gráfico 2	67
Figura 5.3 - Gráfico 3	67
Figura 5.4 - Gráfico 4	68
Figura 5.5 - Gráfico 5	68
Figura 5.6 - Gráfico 6	69
Figura 5.7 - Gráfico 7	69
Figura 5.8 - Gráfico 8	70
Figura 5.9 - Gráfico 9	70
Figura 5.10 - Gráfico 10	71
Figura 5.11 - Gráfico 11	71
Figura 5.12 - Gráfico 12	72
Figura 5.13 – Planilha de Cálculo	72

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ANSI	<i>American Standards Institute</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CIPA	<i>Comissão Interna de Prevenção de Acidentes</i>
CLT	<i>Consolidação das Leis Trabalhistas</i>
CR	<i>Critério de Referência</i>
dB	<i>(decibéis)</i>
DORT	<i>Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho</i>
DOU	<i>Diário oficial da União</i>
DRT	<i>Delegacia Regional do Trabalho</i>
EOAPD	<i>Emissões Oto acústicas por Produtos de Distorção</i>
EPI	<i>Equipamento de Proteção Individual</i>
FUNDACENTRO	<i>Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho</i>
Hz	<i>Hertz</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
INMETRO	<i>Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KVA	<i>Kilovolt ampere</i>
LE-VT	<i>Limite de Exposição Valor Teto</i>
LE	<i>Limite de Exposição</i>
LER	<i>Lesões por Esforço Repetitivo</i>
MTE	<i>Ministério do Trabalho e Emprego</i>
n	<i>Número total de leituras = <math>n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_n</math></i>
NE	<i>Nível de Exposição</i>
NEN	<i>Nível de Exposição Normalizado</i>
Neq	<i>Nível Equivalente</i>
NHO	<i>Norma de Higiene Ocupacional</i>
ni	<i>Número de leituras obtidas para um mesmo nível médio parcial assumido</i>
NLI	<i>Nível Limiar de Integração</i>
NM	<i>Nível Médio</i>
NM	<i>Nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado</i>
NMi	<i>Íésimo nível médio de pressão sonora assumido, em dB(A)</i>
NPS	<i>Nível de Pressão Sonora</i>
NR	<i>Norma Regulamentadora</i>
OIT	<i>Organização Internacional do Trabalho</i>
OMS	<i>Organização Mundial de Saúde</i>
PAIR	<i>Perda Auditiva Induzida pelo Ruído</i>
PAIRO	<i>Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional</i>
PCMSO	<i>Prog. Controle Médico de Saúde Ocupacional</i>
RBF	<i>Ruído de Baixa Frequência</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
VDC	<i>Voltage Direct Current</i>
(q)	<i>Dose</i>

## 1. Introdução

### 1.1 Contextualização

A Poluição Sonora é considerada como uma contaminação atmosférica por meio da energia mecânica ou acústica. Pode causar danos em todo o organismo humano principalmente no aparelho auditivo.

De acordo com as Normas Regulamentadoras, há um limite de pressão sonora ao qual podemos nos expor sem sermos prejudicados. Neste sentido, ao medir o som considerando sua intensidade, tem-se que sons acima de 65 dB (decibéis) podem provocar insônia, estresse, comportamento agressivo e irritabilidade. A partir de 75 dB, podem ocorrer problemas de surdez e provocar hipertensão arterial. No ambiente ocupacional, ruídos de 85 dBA, em uma carga horária de 8 horas diárias de exposição, tornam-se prejudiciais a saúde do trabalhador.

O Ministério do Trabalho dispõe de quatro Normas que, de alguma forma, tratam do problema do ruído e das vibrações:

NR6 - Equipamento de Proteção Individual - EPI;

NR7 - Prog. Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO;

NR15 - Atividades e Operações Insalubres; e

NR17 - Ergonomia (item 17.5.2).

Alguns efeitos nocivos do Ruído na saúde das pessoas são a insônia, estresse, depressão, perda de audição, agressividade, perda de atenção e concentração, perda de memória, dores de cabeça, aumento da pressão arterial, cansaço, gastrite e úlcera, queda de rendimento escolar e no trabalho e surdez (em casos de exposição a níveis altíssimos de ruído).

Segundo Girardi (2011) ruído tem como origem diversas fontes. Fisicamente, é definido como um som de grande complexidade derivado da acumulação sonora desarmônica, não possuindo classificação ou ordem de composição.

De acordo com Canha (2011), os danos auditivos causados pela exposição excessiva ao ruído podem ser identificados pela determinação de seu espectro, o qual corresponde a uma faixa de frequência compacta e uniforme, geralmente definida como grave, média ou aguda. A definição do espectro sonoro direciona na escolha de materiais isolantes e absorventes do ruído, podendo ser considerado como uma ferramenta de orientação para medidas de controle.

Ainda de acordo com Canha (2011), baseada em dados da Organização Mundial de Saúde - OMS, entre os fatores que contribuem para o surgimento de doenças ocupacionais, principalmente nos países industrializados, é a poluição sonora. Nos anos 80, a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) foi considerada a doença mais frequente no mundo devido à profissão, permanecendo entre as principais na década de 90.

Tendo em vista as graves consequências que a poluição sonora pode causar, o ruído ocupacional torna-se um fator de preocupação para a saúde pública. É importante ressaltar que este não é um fator que exige atenção apenas no ambiente de trabalho, ele é sentido em diversas ações do cotidiano tais como uma reforma domiciliar, uma balada ou utilização de transporte público. Neste sentido, para evitar seus efeitos negativos podemos tomar as seguintes medidas: evitar locais que contém barulhos excessivos, escutar música em um volume de frequência baixa ou média, não se expor ao ambiente de trabalho com nível elevado de ruído sem o aparelho auricular, não gritar em locais fechados, evitar locais de grande aglomeração de pessoas, manter distancia de caixas acústicas em shows ou eventos e fechar as janelas do veículo em locais de trânsito com muito barulho.

## 1.2 Objetivos gerais e específicos

Descobrir qual a intensidade de ruído proveniente de fatores internos e externos nas instalações de uma empresa, e como esse fator ambiental interfere diretamente de forma negativa na produtividade dos profissionais programadores dessa empresa, além de verificar a possibilidade de desenvolvimento de PAIR por exposição contínua ao ruído.

Para alcançar esse objetivo, têm-se os seguintes passos a serem realizados:

- Realizar pesquisa bibliográfica;
- Elaboração de um questionário;
- Aplicação de questionários aos profissionais da empresa;

- Realizar medição de ruído nas instalações da empresa, utilizando equipamento específico e em ambiente externo.
- Realizar a análise dos resultados obtidos pelos instrumentos e com o questionário e gerar tabelas e gráficos.

### 1.3 Justificativa

A alocação de profissionais de TI em ambiente adequado para o bom desempenho de suas atividades é medida crucial para qualquer empresa que visa dirimir erros e obter informações precisas. Uma empresa de desenvolvimento de softwares deve ter essa preocupação levada bem mais em conta, pois tem do conhecimento de seus funcionários o produto obtido e negociável pela empresa, transformando-os no ativo mais importante da empresa.

Este trabalho visa demonstrar o ruído existente em um determinado ambiente de trabalho e suas consequências para os funcionários e empresa através de análises de dados quantitativos.

As Normas Regulamentadoras (NR) brasileiras indicam como prejudicial é o ruído de 85 dBA (decibéis, medidos na escala A do aparelho medidor da pressão sonora) para uma exposição máxima de 8 horas por dia de trabalho, no entanto a natureza delicada da profissão de programador exige que fatores ambientais como temperatura, luminosidade e principalmente ruídos, sejam especialmente controlados, de forma a proporcionar o máximo conforto a esses profissionais.



## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Ergonomia

De acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia - ABERGO, ergonomia é uma palavra derivada do grego, que morfologicamente, *ergon* significa trabalho e *nomos* tem o significado de normas, regras ou lei. Neste sentido, esta expressão relaciona-se a medidas que proporcionam o bem estar físico e psicológico do trabalhador, visando à prevenção de sua saúde na execução de suas atividades para que o mesmo obtenha eficiência na realização de suas responsabilidades.

### 2.2 Correlação Entre Ergonomia e Saúde dos Trabalhadores

As condições do meio ambiente, dos equipamentos e dos produtos utilizados pelos trabalhadores influenciam no desempenho das tarefas e podem impactar na saúde, caso suas ações excedam o limite de tolerância, desta forma, torna-se fundamental que as empresas garantam as condições necessárias de trabalho para que seus funcionários sejam eficientes e não se sujeitem a nenhum dano a saúde. Neste intuito, surgem as Normas Regulamentadoras – NRs, que promovem a segurança e medicina no trabalho. No Brasil, estas totalizam 36 NRs, entre as quais, será destacada a NR 17, que através da ergonomia, objetiva a segurança e o bom desempenho do trabalhador por meio da adaptação dos meios de trabalho às suas características psicofísicas.

As ações estabelecidas nas NRs são coordenadas, orientadas, controladas e supervisionadas pela Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho – SSST, cabendo a Delegacia Regional do Trabalho – DRT a execução das atividades destinadas à segurança e medicina do trabalho, considerando os limites de sua jurisdição.

Como se percebe, os fatores ergonômicos, se não apropriados, podem levar ao encadeamento de doenças tais como; Lesões por Esforço Repetitivo – LER e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho – DORT (LIMA, 2011), podendo provocar a ineficiência do trabalhador.

Segundo Moraes (2010), as LER e os DORT representam 80% dos afastamentos dos trabalhadores, sendo que algumas doenças ocasionais podem surgir mesmo depois do trabalhador se afastar do agente causado.

Portanto, pode-se considerar uma forte correlação entre ergonomia e saúde. Essa relação pode ser percebida também pelo número de auxílios doença, pois, doenças por fatores ergonômicos juntamente com sobrecarga mental, têm sido principal causa de benefícios por incapacidade, superando os que são concedidos por traumas ocasionados por acidentes no trabalho. De acordo com dados divulgados pela Organização Internacional do Trabalho – OIT no ano de 2013, um trabalhador morre a cada 15 segundos no mundo tendo como principal motivo, acidente ou doença no trabalho. (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2014).

Percebe-se, portanto, a importância na segurança do trabalho, pois através dela, os acidentes e as doenças ocupacionais são evitados por meio de prevenções que promovem a proteção e a elevação da potencialidade e da integridade do trabalhador. Deste modo, os trabalhadores não podem ser vistos apenas como ferramentas de trabalho e sim como agentes potenciais para o desenvolvimento, o que torna necessário maior conhecimento de suas demandas. Por isso, para uma boa prática ergonômica, requer maior conhecimento dos fatores humanos.

### 2.3 Fatores Humanos em Ergonomia

Entende-se por fator humano “o comportamento de homens e mulheres no trabalho”. Essa expressão é geralmente utilizada “por engenheiros de segurança de sistemas, projetistas, engenheiros de higiene e segurança do trabalho e por especialistas em segurança das pessoas”. (DEJOURS, 2005, p. 10). Logo, várias são as explicações a respeito dos fatores humanos, das quais será abordada a concepção dos ergonomistas.

Para se determinar a forma com que as pessoas se comportam no trabalho, a ergonomia investiga a cognição humana, não sendo importante nesta análise o estudo do “funcionamento do olho, do músculo, mas sim, a expressão desse funcionamento por meio do olhar das posturas, dos gestos e dos movimentos”. (GOMES, 2005, p. 44).

Tem-se, portanto, que o desempenho do trabalhador é influenciado pela sua relação com o sistema, composto pelo ambiente, tecnologia e organização do seu trabalho. Esta relação é quem determinará os fatores humanos na ergonomia, os quais são constituídos pelas características do subsistema humano tais como idade, sexo, porte físico, habilidades e limitações. Conhecendo esses fatores é possível obter um melhor resultado das atividades realizadas, pois se saberá o que deve ser feito para melhorar o ambiente de trabalho e como potencializar os fatores humanos em suas atividades. Másculo et al. Define que:

[...] a Ergonomia objetiva adaptar os sistemas aos usuários e não que os usuários se adaptem ao sistema. Deve também ficar claro que a Ergonomia não lida apenas com a adaptação do trabalho tradicional às pessoas na forma do trabalhador, como é mais difundido, mas de todo e qualquer sistema (processo, serviço ou produto), considerando o que as pessoas fazem, os objetos que usam, e o ambiente em que elas trabalham, viajam e tem lazer. Se essa adaptação é alcançada o estresse nas pessoas é reduzido. (MÁSCULO, 2011, p. 114).

Desta forma, além de se conhecer os fatores humanos em ergonomia, também é importante se fazer uma análise do ambiente do seu trabalho.

#### 2.4 Fatores Ambientais em Ergonomia na Profissão de Técnicos em Informática

Como dito anteriormente, o ambiente de trabalho influencia na saúde do trabalhador. No caso de técnicos em informática, os fatores físicos que constituem esse meio se não contribuírem para a realização de suas atividades, estes profissionais terão mais possibilidade de obter uma doença por se tratar de uma atividade de ações repetitivas e que os coloca na posição sentada por muito tempo, esse risco é elevado pela manutenção de posturas inadequadas. Por isso, nesta área se devem ter os seguintes cuidados: a cadeira deve estar posicionada o mais perto possível da mesa para que o indivíduo não precise inclinar o tronco para frente para manusear o material de trabalho, pois o fato de estar sentado forçará mais a coluna, e incliná-la frontalmente aumentará a carga sobre ela; a mesa deve conter a mesma altura do antebraço do técnico de informática e a cadeira deve ter apoios para os antebraços para relaxar os ombros, reduzindo a sobrecarga nos mesmos.

Considerando que a função do técnico de informática é manual a ser executada na posição sentada, segundo a NR 17, seção 17.3.2, a posição das mesas ou escrivaninhas devem proporcionar boa postura, visualização e operação, considerando as características específicas das atividades, a distância necessária para os olhos, a altura do assento e os fatores dimensionais para facilitar o posicionamento e a movimentação adequada dos segmentos corporais. (MTE, 1990).

Percebe-se, portanto, a importância dos fatores ambientais na análise ergonômica, pois através dela é possível desenvolver ações que evitam os acidentes e as doenças ocupacionais, pois promoverem a proteção, potencialidade e integridade do trabalhador. Daí a importância das NRs.

## 2.5 Ruído

Entre os fatores ergonômicos, encontra-se o ruído, o qual, dependendo da sua intensidade, pode causar desconforto e problema irreversível para a audição por gerar danos ao aparelho auditivo.

O ruído pode ser definido como um som não desejável, irregular e sem harmonia definida. De acordo com Fernandes (2011), possui duas definições: subjetiva e física. A primeira está relacionada ao incômodo que o ruído provoca, sendo este “[...] toda sensação auditiva desagradável ou insalubre”. (FERNANDES, 2011, p. 1281). Fisicamente, [...] “é um som de grande complexidade resultante da superposição desarmônica de sons provenientes de várias fontes”. (FERNANDES, 2011, p. 1281).

### 2.5.1 *Ruído Ocupacional*

Estamos sempre expostos aos ruídos, seja em casa, na rua ou no trabalho. Neste último caso, trata-se do ruído ocupacional, considerado como motivo de doenças por profissão por constituir um fator de perigo à saúde do trabalhador, apesar de que, somente a surdez é considerada como doença consequente da exposição excessiva ao som, pois os efeitos ao aparelho auditivo derivados de escalas sonoras inferiores a 500Hz, definidas como Ruído de Baixa Frequência (RBF), ainda são desconsiderados na análise de doenças desta natureza. (PARDAL, 2013).

Considerando o argumento anterior, tem-se que, a exposição à alta frequência de ruído leva a danos a saúde da pessoa exposta, sendo a surdez a consequência mais grave deste fato, ocasionada mais frequentemente pelo ruído ocupacional (doença relacionada ao trabalho). De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS, entre os fatores ocupacionais que mais causam anos vividos por incapacidade, o ruído ocupa a terceira posição (WHO 2009, apud MEIRA et al. 2012, p.28). Entre seus efeitos pode-se citar: o zumbido, o aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca, a insônia, o estresse e a irritabilidade. (LUSK et al., 2002, apud MEIRA et al. 2012, p. 34).

A grandeza que expressa a escala do nível de intensidade sonora provocada pelo ruído é chamada de decibel (dB). Os limites do ruído ocupacional são estabelecidos conforme o número de horas diárias de trabalho determinados por entidades do governo de cada país, no Brasil, em uma jornada de trabalho de oito horas por dia, o limite de exposição do trabalhador é de 85 dB(A) com o fator de dobra de 5 dB(A). Os Estados Unidos possui a mesma limitação

de exposição, porém o fator de dobra corresponde a 3 dB(A). (BRASIL, 2011; NIOSH, 1998, apud MEIRA et al. 2012, p. 35).

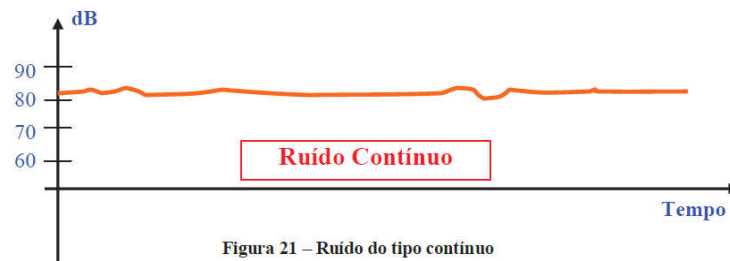
A diminuição da PAIRO (Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional) pode ser realizada por meio da ação da Vigilância em Saúde do Trabalhador através de ações preventivas que provam saúde no trabalho. Esta doença também pode ser evitada respeitando a tolerância e as medidas estabelecidas pelo decreto lei de nº9/2007 de 17 de janeiro, que “visa a prevenção do ruído e o controle da poluição sonora, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem estar das populações”. (PARDAL, 2013, p. 11).

### 2.5.2 Classificação Geral do Ruído

Pode-se classificar o ruído em três tipos de forma geral: ruídos contínuos; flutuantes; impulsivos ou de impacto.

Os contínuos são os que apresentam uma variação de som de baixa intensidade ao longo do tempo (sendo a escala deste apresentada no anexo II).

Figura 2.1 – Ruído do tipo contínuo

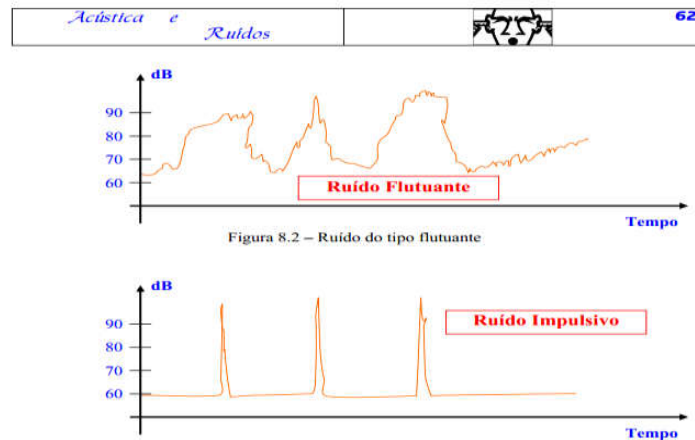


Fonte: FERNANDES, 2010.

Conforme a figura anterior esse tipo de ruído apresenta uma variação quase constante atingindo no máximo o 3 dB.

Os flutuantes possuem altas variações em função do tempo. Através da figura abaixo pode-se compreender melhor essa definição.

Figura 2.2 – Ruído do tipo flutuante

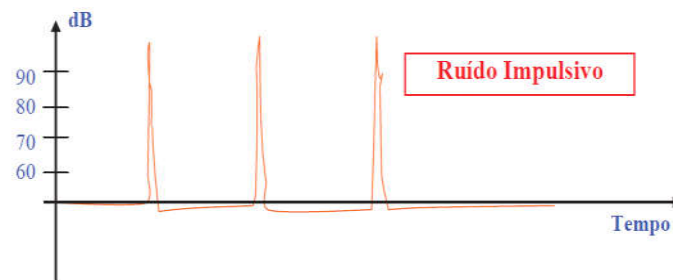


Fonte: FERNANDES, 2010.

Como o próprio nome sugere, este tipo de ruído oscila entre níveis de som em uma variação acima de 3 dB ao longo do tempo (sendo a escala deste apresentada no anexo II).

No caso dos ruídos impulsivos ou de impacto, o nível de intensidade é elevado em um tempo bastante reduzido.

Figura 2.3 – Ruído do tipo impacto ou impulsivo



Fonte: FERNANDES, 2010.

Observa-se na figura acima, uma carga de ruído muito grande em um curto espaço de tempo, cujo pico de energia sonora tem uma duração inferior a um segundo (sendo a escala deste apresentada no anexo II).

## 2.6 Pressão Sonora

Pressão sonora é uma grandeza física que corresponde a uma variação média de pressão em relação à pressão atmosférica. É um fator importante a ser analisado para a

conservação da audição no ambiente ocupacional, pois expressa o nível de exposição ao ruído, onde o resultado é expresso pelo nível de pressão sonora. De acordo com Girardi, “nos Programas de Conservação Auditiva, [...], um dos fatores mais importantes são as medições acústicas envolvendo pressão sonora e tempo para determinação dos níveis de exposição ao ruído”. (GIRARDI, 2011, p.16).

### 2.6.1 Nível de Pressão Sonora

O ruído ocupacional é medido através de um instrumento chamado de decibelímetro, trata-se de um medidor de nível sonoro ou de nível de pressão sonora. Neste equipamento contém microfone o qual é responsável pela transformação do sinal mecânico, que consiste na vibração do som, em um sinal elétrico.

Nos medidores de nível de pressão sonora são consideradas duas constantes temporais: lentas (respostas de um segundo) e rápidas (respostas de 0,125 segundos). Essas constantes de tempos são aceitas internacionalmente. Estes aparelhos também devem conter: duas curvas de ponderação, A e C ou B e D, normalizadas pela ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização); faixa de medida de 30 a 140 dB e calibrador. As curvas de ponderação permitem que o ruído seja medido através da sensibilidade do ouvido humano, sendo esta sensibilidade equacionada pela curva A. No caso da curva C, sua ponderação é quase plana e é utilizada para medir a influência sonora em todo o ambiente ou de baixas frequências.

A medição do ruído é diferente dependendo de sua classificação. No caso dos ruídos contínuos ou flutuantes, esta é realizada de forma direta com o medidor de pressão sonora na onde a equalização será feita pela curva A e com resposta lenta. O aparelho é colocado perto da fonte na mesma posição em que se coloca o trabalhador e em seguida, já se tem no medidor, o nível de ruído do local. Quanto aos ruídos impulsivos ou de impacto, são medidos em circuito linear próximo do ouvido do trabalhador. Caso o medidor não seja apito para obter resposta de impacto, a medição pode ser feita na resposta rápida com ponderação na curva C. (FERNANDES 2010).

## 2.7 Som

O som é um fenômeno de vibração decorrente das variações da pressão no ar que ocorrem em volta da pressão atmosférica com uma velocidade de propagação longitudinal de

344 m/s para 20°C. Assim, uma fonte sonora é qualquer meio capaz de gerar pressão no ar. (FERNANDES, 2010).

### 2.7.1 *Propriedades do Som*

De forma geral, os sons são caracterizados pela frequência, intensidade e timbre. Essas variáveis físicas correspondem às propriedades do som.

### 2.7.2 *Frequência*

De acordo com (FERNANDES, 2010, p.1275) “frequência é o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som”. No caso de uma onda sonora em propagação, trata-se da quantidade de ondas “que passam por um determinado referencial em um intervalo de tempo”. Entre suas unidades de medida, uma das mais utilizada é a Hertz (Hz) que corresponde a quantidade de ciclos por segundo.

A capacidade de captação de som do nosso ouvido é de 20 a 20.000 Hz, esse intervalo é chamado de faixa audível de frequências ou banda audível. As frequências de som inferiores a 20 Hz definem os sons deste tipo de infrassons, no caso dos sons acima de 20.000 Hz são conhecidos como ultrassons.

Ainda segundo Fernandes, no intervalo audível, o ouvido percebe as frequências de uma forma não linear obedecendo a lei de Weber, de estímulo ou sensação, a ser abordada posteriormente. Neste caso, estudos têm mostrado que o intervalo entre frequências não é medido por sua diferença, mas pela relação entre elas. Assim, nas frequências de relação igual a 2, o intervalo é definido como uma oitava, como expresso a seguir:

$$200/100 = 400/200 = 800/400 = 2 \text{ \{uma oitava\}}$$

O valor de 1000 Hz é a frequência de referência padronizada pelo Sistema Internacional de Unidades, sendo a frequência central as seguintes oitavas: 500; 250; 125; 62,5; 31,25; e 2.000; 4.000, 8.000 e 16.000 Hz.

Considerando a afirmativa acima pode-se dividir as frequências audíveis em três faixas: baixas ou sons graves, médias ou sons médios e altas ou sons agudos. As primeiras também correspondem as 4 oitavas de menor frequência (31,25; 62,5; 125 e 250 Hz). As



segundas são correspondentes as 3 oitavas centrais (500; 1.000 e 2.000 Hz) e as últimas são as oitavas de maior frequência (4.000; 8.000 e 16.000).

### *2.7.3 Intensidade do Som*

A quantidade de energia que um movimento vibratório possui é a intensidade do som, a qual é medida a partir da energia do movimento vibratório e da pressão do ar gerada pela onda sonora, e se traduz com maior ou menor amplitude, sendo a ordem de centésimos de milímetros a determinante de um som de média intensidade. Ao relacionar a intensidade sonora com a audição, percebe-se que quanto maior for essa intensidade, o ouvido perderá mais a sensibilidade ao som, exigindo maiores intensidades para que o perceba de forma linear.

### *2.7.4 Timbre*

A identificação entre diferentes instrumentos musicais, ao se tocar a mesma nota, pode ser feita de acordo com os timbres que eles expressam, assim, o timbre é definido como “a forma de onda de vibração sonora”. (FERNANDES, 2010, p.1278). Portanto, o timbre nos permite identificar a fonte do som.

### *2.7.5 Propagação do Som*

A fonte sonora é quem determinará a propagação do som, a qual é definida como uma vibração longitudinal das moléculas de ar. A propagação ocorre de acordo com o movimento oscilatório que as moléculas do ar transmitem entre si até chegar aos nossos ouvidos e pode ser livre ou com obstáculos (MEIRA, 2012).

Na propagação livre do som, a velocidade é influenciada pela densidade e pressão do ar pela temperatura, que é o fator que mais impacta na velocidade do som. Sua intensidade é atenuada por dois fatores: dispersão das ondas e perdas entrópicas. No caso do primeiro fator, o som ao propagar-se no ar livre tem a sua área de propagação ampliada causando uma redução de intensidade, a qual se reduz conforme a distância da fonte sonora. O segundo fator, é definido por perda entrópica que é a ação de transformação de parte da energia em calor, assim, a propagação sonora é diminuída por essa mudança.

A propagação com obstáculos divide uma onda sonora em várias partes, onde um número é refletido, outro é absorvido e outra quantidade é transmitida por atravessar a superfície, essas ações constituem propriedades do som chamadas de: reflexão, absorção e transmissão. A reflexão de uma onda sonora ocorre quando esta se depara com um obstáculo sólido, sendo diretamente proporcional a rigidez do material, ou seja, quanto maior o estado sólido do obstáculo o nível de originalidade do som refletido aumentará. No caso da absorção, esta acontece devido a algumas matérias não permitirem que a onda sonora seja refletida, estes são chamados de absorventes acústicos e são importantes na harmonia de ambientes determinados ambientes. Por fim, a transmissão permite que o som percorra a superfície tendo uma propagação continuada. Esse fenômeno acontece devido a vibração que uma onda sonora provoca em uma superfície ao atingi-la fazendo com que essa fonte vibrante gere som em sua outra face.

## 2.8 Pressão do Ar

Como vimos anteriormente a pressão do ar é um dos fatores que permite medir a intensidade de um som, sendo utilizado, em razão da densidade, no cálculo da velocidade de sua propagação. Essa capacidade que o som tem de propagar-se pelo ambiente é explicado pelo princípio de Huygens. (FERNANDES, 2010).

## 2.9 Princípio de Huygens

O princípio de Huygens está relacionado a uma propriedade chamada de difração que é a capacidade de propagação do som, dada uma abertura na superfície ou obstáculo. Nesse contexto, o som se propaga através da vibração de cada molécula, pois esta vibração transmite a oscilação de uma molécula para outra, funcionando como uma nova fonte sonora. (FERNANDES, 2010).

## 2.10 Surdez

Considerada como perda total ou parcial do sentido da audição, a surdez é um problema de saúde consequente da exposição prolongada ao ruído. No meio profissional, a percepção do número elevado de casos dessa doença se deu a partir da primeira guerra mundial. (BASTOS, 2005).

A surdez não ocorre apenas pela exposição ao ruído ocupacional, vizinhos de fábricas, indústrias ou pessoas que moram em locais de grande transação automobilística, também podem estar sujeitas ao risco de perda total ou parcial da audição. O ruído é o agente nocivo mais comum encontrado nos locais de trabalho e no meio ambiente, ele provocará a surdez caso o indivíduo esteja exposto a ele a níveis sonoros elevados em um período prolongado, deste modo, quanto maior a intensidade do ruído, menor o tempo que a pessoa pode ouvi-lo sem ser prejudicada.

O ruído não é o único fator que provoca surdez no ambiente profissional, a exposição a solventes, metais e gases também são riscos ocupacionais no encadeamento desta doença, a qual é também causada por riscos não ocupacionais tais como: determinados antibióticos, drogas de tratamento do câncer e de doenças infecciosas. (SANTOS et al., 2000).

## 2.11 Poluição Sonora

A poluição sonora e a atmosférica são fatores que prejudicam bastante o bem estar das pessoas na área urbana. O primeiro fator é um fenômeno decorrendo da emissão de sons e ruídos que geram incômodo as pessoas que podem ter sua saúde prejudicada conforme visto anteriormente.

De acordo com Feema (2003, apud ATTIANEZI, 2004, p. 17), o tráfego de veículos automotores é considerado como o principal causador da poluição sonora. Isso é percebido na redução da razão de habitantes por automóvel ao longo do tempo, de acordo com a agenda 21, onde em 1960, essa relação era de 72 habitantes por automóvel, passando para pouco mais de cinco em 1988. (ATTIANEZI, 2004). Atualmente, para cada automóvel há 4,4 habitantes, sendo que há dez anos a proporção era de 7,4 por um. (G1, 2014).

O ruído é considerado como um fator de contaminação física componente da poluição sonora, assim, a exposição ao ruído pode ser classificada em três formas: laboral (relacionada ao trabalho); social (é voluntária, sendo a ida a uma boate um exemplo desta) e ambiental (é involuntária).

## 2.12 Legislação

### 2.12.1 Lei de Weber-Fechner

Em 1860 Weber e Fechner, trabalhando juntos e aplicando princípios da Psicofísica, formularam a Lei de Weber-Fechner que faz uma relação entre a intensidade física de uma excitação e a intensidade subjetiva da sensação de uma pessoa. Vale para qualquer percepção sensorial, seja, auditiva, visual, térmica, tátil, gustativa ou olfativa. De um modo geral, a Lei de Weber-Fechner pode ser enunciada da seguinte maneira: O aumento do estímulo, necessário para produzir o incremento mínimo de sensação, é proporcional ao estímulo preexistente.

$$S = k \cdot \Delta I / I \text{ ou}$$

$$S = k \cdot \log I$$

Onde S é a sensação, I a intensidade do estímulo e k uma constante.

Aplicando-se para a acústica, o enunciado fica:

Para sons de mesma frequência, a intensidade da sensação sonora cresce proporcionalmente ao logaritmo da intensidade física.

Ou ainda:

Sons de frequência constante, cujas intensidades físicas variam em progressão geométrica, produzem sensações cujas intensidades subjetivas variam em progressão aritmética.

### 2.13 Ministério do Trabalho

O inteiro teor da NR-15, trata:

NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES

Publicação D.O.U.

Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978 06/07/78

Alterações/Atualizações D.O.U.

Portaria n.º 12, de 12 de novembro de 1979 23/11/79

Portaria n.º 01, de 17 de abril de 1980 25/04/80

Portaria n.º 05, de 09 de fevereiro de 1983 17/02/83

Portaria n.º 12, de 06 de junho de 1983 14/06/83

Portaria n.º 24, de 14 de setembro de 1983 15/09/83

Portaria n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990 26/11/90

Portaria n.º 01, de 28 de maio de 1991 29/05/91

Portaria n.º 08, de 05 de outubro de 1992 08/10/92

Portaria n.º 09, de 05 de outubro de 1992 14/10/92

Portaria n.º 04, de 11 de abril de 1994 14/04/94

Portaria n.º 22, de 26 de dezembro de 1994 27/12/94

Portaria n.º 14, de 20 de dezembro de 1995 22/12/95

Portaria n.º 99, de 19 de outubro de 2004 21/10/04

Portaria n.º 43, de 11 de março de 2008 (Rep.) 13/03/08

Portaria n.º 203, de 28 de janeiro de 2011 01/02/11

Portaria n.º 291, de 08 de dezembro de 2011 09/12/11

Portaria n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014 14/08/14

15.1 São consideradas atividades ou operações insalubres as que se desenvolvem:

15.1.1 Acima dos limites de tolerância previstos nos Anexos n.º 1, 2, 3, 5, 11 e 12;

15.1.2 (Revogado pela Portaria MTE n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990)

15.1.3 Nas atividades mencionadas nos Anexos n.º 6, 13 e 14;

15.1.4 Comprovadas através de laudo de inspeção do local de trabalho, constantes dos Anexos n.º 7, 8, 9 e 10.

15.1.5 Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins desta Norma, 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.

15.2 O exercício de trabalho em condições de insalubridade, de acordo com os subitens do item anterior, assegura ao trabalhador a percepção de adicional, incidente sobre o salário mínimo da região, equivalente a:

15.2.1 40% (quarenta por cento), para insalubridade de grau máximo;

15.2.2 20% (vinte por cento), para insalubridade de grau médio;

15.2.3 10% (dez por cento), para insalubridade de grau mínimo;

15.3 No caso de incidência de mais de um fator de insalubridade, será apenas considerado o de grau mais elevado, para efeito de acréscimo salarial, sendo vedada a percepção cumulativa.

15.4 A eliminação ou neutralização da insalubridade determinará a cessação do pagamento do adicional respectivo.

15.4.1 A eliminação ou neutralização da insalubridade deverá ocorrer:

a) com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;

b) com a utilização de equipamento de proteção individual.

15.4.1.1 Cabe à autoridade regional competente em matéria de segurança e saúde do trabalhador, comprovada a insalubridade por laudo técnico de engenheiro de segurança do

trabalho ou médico do trabalho, devidamente habilitado, fixar adicional devido aos empregados expostos à insalubridade quando impraticável sua eliminação ou neutralização.

15.4.1.2 A eliminação ou neutralização da insalubridade ficará caracterizada através de avaliação pericial por órgão competente, que comprove a inexistência de risco à saúde do trabalhador.

15.5 É facultado às empresas e aos sindicatos das categorias profissionais interessadas requererem ao Ministério do Trabalho, através das DRTs, a realização de perícia em estabelecimento ou setor deste, com o objetivo de caracterizar e classificar ou determinar atividade insalubre.

15.5.1 Nas perícias requeridas às Delegacias Regionais do Trabalho, desde que comprovada a insalubridade, o perito do Ministério do Trabalho indicará o adicional devido.

15.6 O perito descreverá no laudo a técnica e a aparelhagem utilizadas.

15.7 O disposto no item 15.5. não prejudica a ação fiscalizadora do MTb nem a realização ex-offício da perícia, quando solicitado pela Justiça, nas localidades onde não houver perito.

1. Entende-se por Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto.

2. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador.

3. Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados no Quadro deste anexo.

4. Para os valores encontrados de nível de ruído intermediário será considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado.

5. Não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

6. Se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma de frações exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância.

## LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDOS DE IMPACTO

1. Entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo.

2. Os níveis de impacto deverão ser avaliados em decibéis (dB), com medidor de nível de pressão sonora operando no circuito linear e circuito de resposta para impacto. As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador. O limite de tolerância para ruído de impacto será de 130 dB (linear). Nos intervalos entre os picos, o ruído existente deverá ser avaliado como ruído contínuo.

3. Em caso de não se dispor de medidor do nível de pressão sonora com circuito de resposta para impacto, será válida a leitura feita no circuito de resposta rápida (FAST) e circuito de compensação "C". Neste caso, o limite de tolerância será de 120 dB(C).

4. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores, sem proteção adequada, a níveis de ruído de impacto superiores a 140 dB(LINEAR), medidos no circuito de resposta para impacto, ou superiores a 130 dB(C), medidos no circuito de resposta rápida (FAST), oferecerão risco grave e iminente.

### 3. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE TRABALHO

3.1 Os locais de trabalho devem ser dotados de condições acústicas adequadas à comunicação telefônica, adotando-se medidas tais como o arranjo físico geral e dos postos de trabalho, pisos e paredes, isolamento acústico do ruído externo, tamanho, forma, revestimento e distribuição das divisórias entre os postos, com o fim de atender o disposto no item 17.5.2, alínea “a” da NR-17.

3.2 Os ambientes de trabalho devem atender ao disposto no subitem 17.5.2 da NR-17, obedecendo-se, no mínimo, aos seguintes parâmetros:

a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO, observando o nível de ruído aceitável para efeito de conforto de até 65 dB(A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB;

b) índice de temperatura efetiva entre 20° e 23°C;

c) velocidade do ar não superior a 0,75 m/s;

d) umidade relativa do ar não inferior a 40% (quarenta por cento).

3.3 Devem ser implementados projetos adequados de climatização dos ambientes de trabalho que permitam distribuição homogênea das temperaturas e fluxos de ar utilizando, se necessário, controles locais e/ou setorizados da temperatura, velocidade e direção dos fluxos.

3.3.1 As empresas podem instalar higrômetros ou outros equipamentos que permitam ao trabalhador acompanhar a temperatura efetiva e a umidade do ar do ambiente de trabalho.

3.3.2 Para a prevenção da chamada “síndrome do edifício doente”, devem ser atendidos:

a) o Regulamento Técnico do Ministério da Saúde sobre “Qualidade do Ar de Interiores em Ambientes Climatizados”, com redação da Portaria MS n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 ou outra que a venha substituir;

b) os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, com redação dada pela Resolução RE n.º 9, de 16 de janeiro de 2003, da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ou outra que a venha substituir, à exceção dos parâmetros físicos de temperatura e umidade definidos no item 4.2 deste Anexo;

c) o disposto no item 9.3.5.1 da Norma Regulamentadora n.º 9 (NR 9).

3.3.3 A documentação prevista nas alíneas “a” e “b” deverá estar disponível à fiscalização do trabalho.



3.3.4 As instalações das centrais de ar condicionado, especialmente o plenum de mistura da casa de máquinas, não devem ser utilizadas para armazenamento de quaisquer materiais.

3.3.5 A descarga de água de condensado não poderá manter qualquer ligação com a rede de esgoto cloacal.

### 3.1 Decibelímetro

O medidor de pressão sonora, vulgarmente chamado de decibelímetro, diferencia-se do dosímetro por fornecer a medida do nível de pressão do ruído simultaneamente à ocorrência do som, enquanto o segundo proporciona a dose de ruído a que o sujeito está exposto num determinado período de tempo.

Os aparelhos de boa procedência atendem os padrões da IEC (International Electrotechnical Commission) e do ANSI (American Standards Institute).

### 3.2 Calibração

Calibração é uma sequência de ações que ajustam, em condições específicas, as informações emitidas por aparelhos de medição, e os valores determinados pelos padrões estabelecidos em normas.

A calibração se faz extremamente necessária para garantir a veracidade das informações obtidas pelos aparelhos de medição.

### 3.3 Acústica Eficácia

O isolamento acústico é a não passagem do som de um ambiente para outro. Isto pode ser conseguido através do uso de alguns materiais para o bloqueio das ondas sonoras, tais como: chapas metálicas, vidro, madeira maciça, parede de tijolo maciço, mantas de borracha, etc.

A eficácia do isolamento acústico também pode ser obtida através da associação de materiais de diferentes naturezas, como uma porta de madeira com uma chapa de aço interna, ou mesmo a utilização de várias camadas do mesmo material. Isso dificulta a propagação das ondas sonoras, auxiliando na eficácia do isolamento acústico.

O som se propaga através de ondas, de vibrações. Por conta disso, é necessário que se evite o contato direto destes materiais diferentes entre si, utilizando camadas de borracha, espuma, ou qualquer outro material que venha a diminuir as vibrações das ondas sonoras ao ultrapassar os outros materiais.

Vejamos o que diz LUENEBURG, Sataloff J, Sataloff RT, W. (1987; p.8(2): 87-9):

O zumbido representa um enorme desafio para clínicos e pesquisadores. É uma desordem extremamente frequente, atingindo cerca de 40 milhões de pessoas nos EUA, das quais 10 milhões são seriamente afetadas por ele. O zumbido afeta aproximadamente 1/3 da população acima dos 65 anos de idade. A atitude comum de vários profissionais é mandar o paciente para casa com o conselho de que "nada pode ser feito e você terá que aprender a conviver com seu zumbido".

O fato de que o zumbido envolve anormalidades tanto da função coclear quanto do processamento dos sinais relacionados a ele no sistema nervoso central. Além disso, o zumbido não deve ser visto somente como uma percepção de sinais originados de um gerador isolado, localizado, é o que diz diversos autores sobre o tema.

### 3.4 Isolamento

No ordenamento jurídico brasileiro, existem diplomas legais que fixam padrões de emissão de ruídos e parâmetros para sua avaliação em ambientes e mencionam que as pessoas devem ter assegurado a sua saúde, segurança e sossego. O que deve sempre ser levado em consideração é o direito da pessoa humana, tais como, vida com dignidade, qualidade de vida e saúde pública, física e mental, podendo ser protegido o ser humano em quaisquer condições contra agentes produtores de causas agressoras, que possam importar em danos físicos e psíquicos, como os problemas decorrentes da poluição sonora ambiental. Então, a importância de estudar à acústica e enfatiza a responsabilidade do construtor pela falta de isolamento acústico.

O novo Código Civil de 2002 também contempla artigos referentes ao problema de ruído urbano (nos artigos 1.277 a 1.279).

O ruído perturba o sono, o sossego, ou o bem estar dos vizinhos e caracteriza uso nocivo da propriedade, ainda que inexistia a intenção de prejudicar ou incomodar, justificando a aplicação da regra do art. 1277 do Código Civil de 2002, pois o que deve ser considerado é a qualidade de vida e a saúde do ser humano e não a atividade econômica.

Consoante dispõe o artigo 1277 do Código Civil:

Art.1277. O proprietário ou o possuidor de um prédio tem o direito de fazer cessar as interferências prejudiciais à segurança, ao sossego e à saúde das que o habitam, provocadas pela utilização de propriedade vizinha.

Ainda, essa mesma Lei prevê a proibição de carros de sons ou propagandas por meios ruidosos; que os padrões de emissão e os limites máximos, de fontes fixas, serão fixadas pela Secretaria Municipal de Proteção Ambiental e que os equipamentos e técnicas de controle de poluição sonora seguem as Normas da ABNT.

### 3.5 Consequências da Exposição ao Ruído

A exposição ao ruído, ou níveis elevados de pressão sonora, é a principal causa, sujeita à prevenção, de perda auditiva sensório-neural em indivíduos adultos<sup>1</sup>. Investigar tal exposição e suas consequências para a audição tem sido uma preocupação constante no campo da saúde pública, envolvendo crescentes estudos para melhor entender e delimitar a ocorrência da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional (PAIRO).

A possibilidade da utilização de métodos alternativos para a detecção de alterações auditivas provocadas pela exposição aos níveis de pressão sonora elevados é extremamente importante, visto que a interpretação dos resultados dos testes audiométricos pode influir diretamente na vida profissional do trabalhador. Além disso, é importante para o profissional de saúde detectar precocemente os primeiros sinais de lesão e, por não ser necessariamente um especialista, ele necessita de um método simples e eficiente.

Vejamos o que Almeida SI de, Albernaz PL, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EH, (2000, p.46(2),143-58), diz a respeito da exposição ao ruído:

A exposição ao ruído é um risco à saúde dos trabalhadores que pode perturbar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação dos seres humanos. A PAIRO é uma doença insidiosa, crescendo ao longo dos anos, apresentando relação direta com a intensidade, tempo de exposição e a susceptibilidade individual do trabalhador ao ruído. O exame de Emissões Oto acústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) tem sido estudado por revelar alterações auditivas precoces provocadas pela exposição ao ruído.

A reiteração destas situações pode ocasionar estados crônicos de nervosismo e stress, o que por sua vez leva a transtornos psicofísicos, doenças cardiovasculares e alterações do sistema imunitário. A diminuição do rendimento escolar e profissional, os acidentes de trabalho e de tráfego, certas condutas antissociais e a tendência para o abandono das cidades são algumas das consequências.

É talvez o efeito mais comum do ruído sobre as pessoas e a causa da maior parte das queixas. A sensação de incômodo precede não só com a interferência com a atividade em curso ou com o repouso, mas também com outras sensações, menos definidas, mas por vezes muito intensas, de estar a ser perturbado. As pessoas afetadas falam frequentemente de intranquilidade, inquietude, desassossego, depressão e ansiedade. Tudo isto contrasta com a definição de saúde dada pela Organização Mundial de Saúde: “Um estado de completo bem-estar físico, mental, e social, não mera ausência de doença”.

### 3.6 PAIR (Perda Auditiva Induzida Por Ruído)

Perda Auditiva Induzida por Ruído (Pair) é a perda provocada pela exposição por tempo prolongado ao ruído. Configura-se como uma perda auditiva do tipo eurossensorial, geralmente bilateral, irreversível e progressiva com o tempo de exposição ao ruído (CID 10 – H 83.3).

A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) recebe muitas terminologias, tais como “Perda Auditiva por Exposição ao Ruído no Trabalho”, “Perda Auditiva Ocupacional”, “Surdez Profissional”, “Disacusia Ocupacional”, “Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional” e “Perda Auditiva Neurossensorial por Exposição Continuada a Níveis Elevados de Pressão Sonora Ocupacional”, porém todas constituem uma doença profissional, caracterizada pela diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis intensos de pressão sonora, ocasionando lesão nas células ciliadas externas e internas no órgão de Corti., que segundo pesquisas, trata-se de uma das doenças mais prevalentes nos dias atuais.

Em estudo sobre o assunto Vieira KG.(2003), diz que a saúde auditiva do trabalhador vem recebendo destaque nas últimas décadas, já que os problemas encontrados não se limitam apenas à perda auditiva. Muitos estudos alertam para os efeitos extra auditivos do ruído, efeitos de oclusão dos fones protetores, alteração temporária do limiar, zumbido e outros.

Todavia o Ministério de Trabalho, Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho, Portaria N.º 19, 1998, conceitua a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) as alterações dos limiares auditivos do tipo neuro-sensorial, decorrentes da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Esta tem como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco. A sua história natural mostra, inicialmente, o acometimento dos limiares auditivos em uma ou mais frequências da faixa de

3.000 a 6.000 Hz. As demais frequências poderão levar mais tempo para ser afetadas. Uma vez cessada a exposição, não haverá progressão da redução auditiva.

Afirmam Héту e Phaneuf (1990, p.19), que entre todas as deficiências auditivas, a PAIR é a patologia prevenível mais comum. Mas o ruído não é a única causa de perdas auditivas no ambiente de trabalho. Outros fatores também podem influenciar sua ocorrência. Entre eles, são citados: vibrações, exposição a agentes otológicos e temperaturas extremas (Morata e Lemasters, 1995, p.10).

### 3.7 Processo de Perda Auditiva (Lenta)

A perda auditiva é uma das doenças ocupacionais mais comuns nos países industrializados. No Brasil, a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) está entre os principais problemas de saúde dos trabalhadores e tem sido apontada, como uma das patologias de mais elevada ocorrência. Os trabalhadores acometidos com perda auditiva profissional estão sujeitos ao isolamento social, que é o resultado de comunicação prejudicada com a família e amigos; a diminuição na habilidade para monitorar o ambiente de trabalho (sinais de advertência); ao risco mais alto de acidentes no local de trabalho e à qualidade reduzida de vida em função do zumbido inflexível.

A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é a diminuição gradual da capacidade de ouvir após uma longa exposição a ruídos intensos sem a devida proteção. Esta perda auditiva é irreversível e permanente, sua instalação é lenta e progressiva, tendendo a uma estabilidade, se não houver nenhuma outra intercorrência.

Existem alguns fatores que podem aumentar o risco da PAIR, são eles:

- intensidade do ruído
- tempo de exposição
- vibrações simultâneas ao ruído
- fatores genéticos
- susceptibilidade individual
- exposição a agentes químicos
- exposição extraocupacional (uso constante de fones de ouvido, música em fortes intensidades, entre outros)

A PAIR na maioria dos casos não ocasiona a incapacidade para o trabalho (Ministério da Previdência e Assistência Social. Norma Técnica para avaliação da Incapacidade - PAIR, de 5 de agosto de 1998. Aprova Norma Técnica sobre perda auditiva

Neurosensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora. Ordem de serviço INSS/ DSS nº 608, Brasília (DF); 1998).A deficiência auditiva provocada pela exposição continuada a ruído pode provocar diversas limitações auditivas funcionais, as quais referem-se, além da alteração da sensibilidade auditiva, às alterações de seletividade de frequência, das resoluções temporal e espacial, do recrutamento e do zumbido (SAMELLI, 2004, p.224).

A alteração da seletividade de frequência provoca dificuldades na discriminação auditiva. Essa lesão provoca aumento do tempo mínimo requerido para resolver um evento sonoro (resolução temporal), o que, principalmente associado com a reverberação dos ambientes de trabalho, provoca limitação da capacidade do portador de PAIR em reconhecer sons (BAMFORD; SAUNDERS, 1991, p.60).

Para Nudelmann AA, Costa EA, Feligman J, Ibáñez RN. Perda, (2001, p.56) “As lesões auditivas consequentes à perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) decorrem de alterações na estrutura interna da cóclea que acarreta lesões irreversíveis e sintomas como hipoacústica, zumbidos, plenitude auricular e otalgia. Níveis elevados de ruído maiores que 85 dBNA durante 8 horas diárias, por longo tempo são suficientes para causar dano coclear” .

Entretanto, sabe-se que, em muitos casos de adoecimento auditivo provocado pelo trabalho, estão associados a outros agentes geradores de danos ao sistema auditivo, como é o caso de vibração, calor e substâncias químicas, embora muito comumente o risco físico seja o mais atribuído à perda.

### 3.8 Saúde Ocupacional

Foi em sua maioria muito pesado e doloroso para algumas categorias de trabalho e um preço pago pelos trabalhadores em permanece nas indústrias, foi visto durante os anos da II Guerra Mundial, em condições extremamente adversas e em intensidade de trabalho extenuante, tão pesado quanto o da própria guerra. Sobretudo porque, terminado o conflito bélico, o gigantesco esforço industrial do pós-guerra estava recém iniciando. Num contexto econômico e político como o da guerra e o do pós-guerra, o custo provocado pela perda de vidas - abruptamente por acidentes do trabalho, ou mais insidiosamente por doenças do trabalho - começou a ser também sentido tanto pelos empregadores (ávidos de mão-de-obra produtiva), quanto pelas companhias de seguro, às voltas com o pagamento de pesadas indenizações por incapacidade provocada pelo trabalho (BARROS; YVES, 2014).

Segundo René Mendes e Elizabeth Costa Dias, em Revista Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador, 1991. p. 25, 341:

A insuficiência do modelo da saúde ocupacional não constitui fenômeno pontual e isolado. Antes, foi e continua sendo um processo que, embora guarde uma certa especificidade do campo das relações entre trabalho e saúde, tem sua origem e desenvolvimento determinados por cenários políticos e sociais mais amplos e complexos. Além disto, ainda que este processo tenha traços comuns que lhe conferem uma certa universalidade, ele ocorre em ritmo e natureza próprios, refletindo a diversidade dos mundos políticos e sociais, e as distintas maneiras de os setores trabalho e saúde se organizarem.

Em registro pela CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DELTRABAJO, 43.a 1959.1958. (Informe IV-1): A saúde ocupacional nasceu com a Revolução Industrial e é, em grande parte, fruto dos movimentos trabalhistas ingleses que, principalmente após o "Massacre de Peterloo", resultou, em 1802, na primeira lei de proteção aos trabalhadores, a "Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes". Não obedecida, por falta de um organismo fiscalizador, resultou, finalmente, na "Lei das Fábricas" de 1833, onde se cria o "Inspetora do de Fá- bricas", órgão governamental que, pela primeira vez entra no interior das fábricas para verificar se a saúde do trabalhador estava sendo protegida contra os agravos do trabalho. Inicia-se, assim, a conscientização da importância da saúde ocupacional que, finalmente, tem seus objetivos definidos em 1957 pela Comissão Mista da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e Organização Mundial da Saúde (OMS). Diz ainda:

A Saúde Ocupacional tem como finalidade incentivar e manter o mais elevado nível de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores em todas as profissões; prevenir todo o prejuízo causado à saúde destes pelas condições de seu trabalho; protegê-los em seu serviço contra os riscos resultantes da presença de agentes nocivos à sua saúde; colocar e manter o trabalhador em um emprego que convenha às suas aptidões fisiológicas e psicológicas e, em resumo, adaptar o trabalho ao homem e cada homem ao seu trabalho (OMS,1999).

Segundo estudos os profissionais de saúde muitas vezes, em regra, não tem formação adequada em saúde ocupacional. Tanto no Brasil como em outros países em desenvolvimento, são poucas as escolas médicas que oferecem a disciplina isolada de medicina do trabalho, resultando no fato de que os futuros profissionais ou não têm nenhum conhecimento dessa área da medicina ou apenas conhecem um ou outro dos seus múltiplos aspectos. Como bem afirma Sandoval, 1984, p.110:

Assim como as condições de trabalho podem modificar a evolução de patologias comuns ou ser fator importante para o seu desencadeamento, as condições de vida e de saúde

externas ao trabalho condicionam também a aparição e a evolução de doenças comuns. Especialmente quando os trabalhadores são pessoas que migraram de áreas rurais para áreas urbanas, neles se encontram alta prevalência de parasitoses intestinais e externas, mal nutrição, más condições de habitação, inadaptação ao modo de vida urbano e outras patologias derivadas do baixo nível de vida e que os fazem mais susceptíveis aos agentes patogênicos que se encontram no seu local de trabalho... Esta é a "carga dupla" dos trabalhadores de países em desenvolvimento.

Sandoval (1984) descreve em linhas gerais sobre a como a legislação se comporta sobre a saúde ocupacional que legislação referente à saúde ocupacional geralmente limita-se a estabelecer quais as doenças que resultam diretamente do trabalho executado, pela ação de agentes mecânicos, físicos, químicos e biológicos. Porém, hoje em dia deparamos com condições que não se enquadram nos critérios de doença profissional, mas que são fatores patogênicos que influem sobre a saúde da população trabalhadora e provocam patologia inespecífica que não reconhece uma etiologia única. Exemplo dessa condição é a hipertensão arterial que se encontra com maior frequência em algumas categorias sócio profissionais.

Existe no Brasil uma preocupação a respeito da saúde do trabalhador, a Saúde Ocupacional é comumente, representada pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Órgão responsável por normatizar dentre outros assuntos, a saúde e segurança dos trabalhadores regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) através das Normas Regulamentadoras. Também é comum observarmos modelos de saúde ocupacional nos serviços de perícia médica realizado nas instituições públicas. Modelos sempre centrados na figura do médico e na doença, regulamentados através de documentos institucionais específicos.

Embora haja interesse na promoção de condições laborais satisfatórias à saúde física e psíquica dos trabalhadores e em alguns casos, adoção de medidas voltadas à prevenção de riscos e acidentes, seu nível de atuação restringe-se ao âmbito do trabalho permanecendo focado apenas nos trabalhadores e em normas pactuadas entre governo, empregados e empregadores, que não respeitam o sujeito social/trabalhador, uniformizando os procedimentos para o atendimento ao regime capitalista de produção.

Para tanto, existe várias normas regulamentadoras que tratam da saúde ocupacional, com o objetivo de nortear uma melhoria da saúde dos trabalhadores extrapola todos os muros da fábrica. Os atores que dela fazem parte observam o trabalho como um dos determinantes sociais que levam o indivíduo ao adoecimento e extrapolam a visão para o ambiente e coletividade. Além disso, utiliza-se do princípio da precaução, que antecede a visão a



qualquer tipo de risco que possa levar o trabalhador ao adoecimento, não se prendendo a normas pré-estabelecidas.

### 3.9 Danos do Ruído a Saúde

Segundo a Organização Mundial de Saúde, 1997 e o Grupo de estudo SIHI da Universidade de Maastricht (1999) a exposição ao ruído pode colocar os trabalhadores perante uma série de riscos para a sua segurança e saúde:

- Perda de audição: o ruído excessivo prejudica as células capilares da cóclea, parte do ouvido interno, conduzindo à perda de audição. "Em muitos países, a perda de audição induzida pelo ruído é a doença profissional irreversível de maior prevalência". As estimativas apontam para uma taxa de pessoas na UE afetada por problemas auditivos superior à população total de França.
- Efeitos fisiológicos: existem provas de que a exposição ao ruído tem efeitos sobre o sistema cardiovascular provocando a libertação de catecolaminas e o aumento da pressão arterial.
- Stress relacionado com o trabalho: o stress relacionado com o trabalho só muito raramente advém de uma só causa, sendo geralmente provocado pela interação de vários fatores de risco. O ruído no ambiente de trabalho pode ser stressante, mesmo em níveis bastante baixos.
- Risco acrescido de acidentes: os elevados níveis de ruído dificultam a audição e a comunicação dos trabalhadores entre si e aumentam, por conseguinte, a probabilidade de ocorrência de acidentes. Este problema pode ser agravado devido ao stress relacionado com o trabalho (no qual o ruído pode constituir um fator).

Como já comentamos anteriormente, a exposição a níveis elevados de pressão sonora, pode alterar a capacidade de audição dos indivíduos. Um trabalhador exposto ao longo dos anos a um ambiente com ruído elevado, que supera a capacidade de defesa e de recuperação do ouvido, acaba por desenvolver, progressivamente, lesões no ouvido interno e diminuindo sua sensibilidade auditiva.

A exposição a níveis elevados de ruído tem sido relacionada ao aumento do número de acidentes de trabalho, a aumento da incidência de hipertensão arterial, de gastrite e úlcera gástrica, a alterações do sono e neuropsíquicas.

A CIPA é um órgão autônomo que visa, através de reuniões mensais, eliminar as causas de acidentes e doenças do trabalho, propondo melhorias e cumprindo a legislação trabalhista. A comissão foi formada em cumprimento da Portaria N°. 3214/78, do Ministério do Trabalho e Emprego, através da Norma Regimental n°. 5.

Medidas que podem ser tomadas para melhor controle ambiental de acordo com a NR 5:

- Sugerir nas reuniões da CIPA, das Comissões de Fábrica, Sindicato e Serviços de Higiene e Segurança das empresas, que novos equipamentos e alterações nas edificações levem em conta a preservação de um ambiente com níveis de ruído que obedeçam aos limites de exposição da legislação, de 85 dB por 8 horas de exposição diária. Muitas máquinas comercializadas no Brasil, não contam com dispositivos de proteção contra acidentes e controladores de ruído, como as mesmas máquinas comercializadas no exterior;

- Atualmente já existem máquinas como prensas, teares e tornos silenciosos, que emitem ruído abaixo de 85 dB. Deve ser exigida a substituição das velhas máquinas barulhentas por novas e principalmente nas novas aquisições isto ser levado em consideração.

- Enclausuramento de máquinas. Por exemplo, compressores podem ser todos acondicionados em caixas revestidas de materiais que absorvem o ruído, diminuindo sua emissão para o ambiente;

- Colocação de dispositivos silenciosos em motores, no ar comprimido, nas furadeiras;

- Serras circulares com discos contendo materiais que acomodam a dilatação produzida pelo aquecimento, reduzindo a vibração e a emissão do ruído;

- Instalação de suportes amortecedores sob as máquinas, para reduzir sua vibração e ruído;

- Colocação de anteparos com materiais para isolar setores mais ruidosos;

- Realizar tratamento acústico em paredes e tetos. Atualmente são abundantes os materiais produzidos para esta finalidade.

Portanto, faz necessário um aprofundamento no que tange falar em danos do ruído a saúde, principalmente as precisas medições com relação a tempo de exposição a ruído que frequentemente pode afetar audição.

### 3.10 Sistema Auditivo Humano

Em Artigo pelo Portal da Educação, Lauriany Maria Ferreira Araújo fala sobre o sistema auditivo partindo da premissa. Segundo ela o ouvido é um dos principais órgãos do sentido, permitindo-nos "ouvir" os sons do ambiente ao nosso redor. Além disso, está também intimamente ligado ao equilíbrio do corpo. Assim, ele tem duas funções importantes: audição e equilíbrio. Basicamente, o ouvido recebe as ondas sonoras e transforma-as em impulsos nervosos, estes serão enviados ao cérebro para serem decodificados. Os impulsos são códigos que o cérebro entende e converte em sons com significado específico – as ondas sonoras produzidas pelas teclas de um piano são códigos que, ao chegarem ao cérebro na forma de impulsos, ele o entende e reconhece como o toque de um piano, associando também imagens/lembranças.

O Ministério da Ciência e da Tecnologia – Portugal traz em documento sobre o ouvido humano no qual diz que o ouvido humano pode ser separado em três grandes partes, de acordo com a função desempenhada e a localização. São elas: o ouvido externo, o ouvido médio e o ouvido interno.

O ouvido externo- formado pela orelha e o canal auditivo (local onde às vezes acumula cera) que tem a função de facilitar a captação do som e o amplifica nas frequências mais altas. Este fato é uma das principais razões do porque embora o ruído predominante nas fábricas tenha frequência entre 1000 e 2000 hz, a lesão observada no trabalhador compromete primeiro a audição de sons de 3000 a 6000 hz. O ouvido externo funciona como um amplificador para frequências altas, chegando a aumentar a pressão sonora na frequência de 3000 Hz em até 20 decíbeis;

O ouvido médio - composto pela membrana timpânica (o tímpano) e de 3 ossículos (ossos pequenos) chamados de estribo, martelo e bigorna e dois músculos, um chamado estapedio e o outro tensor do tímpano. Os 3 ossos tem a função de facilitar a transmissão da energia sonora que chega na membrana para o interior de canais cheios de líquido, onde a energia sonora é convertida em hidráulica. A maneira como eles estão organizados tem a função de compensar a perda de energia que ocorre quando a energia passa do ar para um meio líquido. Os dois músculos, quando estimulados, se contraem, tendo a função de proteger o ouvido contra efeito de som muito elevado;

O ouvido interno - formado pela cóclea que contém os elementos sensoriais para a audição e o sistema vestibular responsável pelo nosso equilíbrio (este, quando alterado a pessoa pode apresentar vertigens, como ocorre na labirintite).

Figura 3.10.1 – Sistema Auditivo humano



Fonte: [http://www.amattos.eng.br/Public/INSTRUMENTOS\\_MUSICAIS/Textos/Medic\\_Som/Medicina\\_Som.htm](http://www.amattos.eng.br/Public/INSTRUMENTOS_MUSICAIS/Textos/Medic_Som/Medicina_Som.htm)

### 3.11 Ruído X Produtividade

O ruído é calculado em termos de nível sonoro equivalente que, segundo Grandjean (1997. P.56), “corresponde à média da energia acústica para um determinado tempo (nível de energia)”. As medidas são em Decibéis (dB) que, como assinala Martin Wells Astete, “não é uma unidade, mas a relação entre duas grandezas variáveis, uma das quais adotada com referência”. Na análise e medição de ruído para fins de determinação do grau de comprometimento da saúde humana é feita com base em duas grandezas: o nível de pressão sonora (NPS) e a frequência da onda. Na realidade, cada som que ouvimos é composto de muitos outros sons de frequências diferentes.

Ainda influenciam o tempo de exposição, o tipo de ruído (se contínuo ou intermitente), a distância da fonte ruidosa, lesões prévias no ouvido (tais como infecções ou inflamações) e a susceptibilidade individual (influenciada pela resistência orgânica da pessoa e pela sua idade) Atualmente, para 8 horas de trabalho, o valor limite é 85 dB(A), pois a partir de 90 dB, pode ocorrer perda auditiva permanente no caso de exposições partir de 85 dB a cada 5 db a mais no ambiente de trabalho, o tempo de exposição deve reduzir-se à metade para o ruído não causar efeitos prejudiciais. Por isso, o valor 5 dB conhecido como “fator duplicativo de dose”. As fontes de ruído de um ambiente de trabalho podem ser externas da rua que o circunda, sirenes, buzinas, conversas, automóveis, aviões...; ou internas, do próprio

ambiente de trabalho, como telefones, impressoras, máquinas de escrever, campainhas, máquinas e equipamentos diversos, conversas.

Vários são os efeitos do ruído, quer permanentes, quer temporários, como por exemplo, uma aceleração da pulsação durante exposição a ruídos intensos em horas de descanso. Também prejudica a qualidade e a indução do sono.

Entre os efeitos do ruído, estão alterações no ciclo menstrual, ansiedade, zoda nos ouvidos, tensão, irritabilidade, impotência sexual, contrações musculares, aumento da pressão arterial e surdez.

A ocorrência de perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional (PAIR ou PAIRO) em uma empresa representa custos maiores do que se poderia elencar em uma primeira análise. O custo “impagável” pelo dano físico ao servidor, o custo com novos equipamentos de segurança, se não havia ou se foram inadequados, ações cíveis de reparação, improdutividade. Assim, os custos com equipamentos de proteção convertem-se em “investimento”, uma vez que, princípios da moderna administração priorizam a minimização das despesas para aumentar a produtividade, diante da acirrada disputa por mercados.

Na visão de Brandi miller (1998), em geral o portador de PAIR só consegue emprego em empresas que negligenciam tanto o exame pré-admissional como a prevenção das doenças ocupacionais, e são as que pior remuneram o empregado. Há tolerância, excepcionalmente, para profissionais mais qualificados e menos disponíveis no mercado de trabalho. Neste caso, é comum a assinatura pelo candidato de termo declarando estar ciente do dano auditivo que já apresenta e comprometendo-se a seguir as normas de proteção para ruído.

Segundo Nanubens (1997, p.67), a implantação de medidas de controle de ruído/trajeto são medidas de engenharia, que muitas vezes são relativamente simples, mas que necessitam ser devidamente avaliadas e orçadas para serem aprovadas pela direção da empresa. É falsa a concepção de que o ruído é inerente ao processo e não pode ser minimizado. Existem muitas soluções, o custo tende a se elevar a cada decibel. O ideal é servir-se de um consultor em engenharia acústica para avaliar as melhores opções da empresa.

### 3.12 Medidas Preventivas da PAIR

O tema ruído tem sido objeto de crescentes preocupações e investigações na área da saúde pública, sendo importante registrar que entre suas repercussões está a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR).

Segundo Neuberger et al. (1992, p.225), a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) relacionada ao trabalho é uma diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora.

As consequências e prejuízo que podem acontecer de diferentes naturezas são: incapacidade auditiva, disfunções auditivas – como zumbidos e alterações vestibulares – e mesmo dificultar a inserção no mercado de trabalho. No Brasil, apesar da evolução dos conhecimentos e da legislação sobre a PAIR, ainda ocorrem casos de trabalhadores lesionados.

Neuberger et al4 (1992, p. 225), os zumbidos são o primeiro alerta de exposição a um estímulo sonoro excessivo e podem indicar maior susceptibilidade à lesão pelo ruído. Este é um sintoma importante na prevenção da PAIR e um dos principais fatores preditivos de desvantagens geradas para os trabalhadores expostos a ruído.

São fundamentais a pesquisa e a avaliação das disfunções auditivas nos exames ocupacionais dos trabalhadores expostos a ruído. Uma vez estabelecida a PAIR na presença de disfunções auditivas como os zumbidos, estas podem ser um importante fator a causar sofrimento e afetar negativamente a qualidade de vida dos trabalhadores.

perda auditiva induzida por ruído uma vez instalada no indivíduo não tem cura, o que pode ser evitado é que a doença evolua. A PAIR tem vários agentes causadores, como o ruído industrial, produtos químicos (solventes, metais, asfixiantes entre outros). Segundo estudiosos, a PAIR surgiu há muitos anos em decorrência de fatos históricos, por exemplo, na Idade Média na China, a descoberta da pólvora e sua utilização provocaram a PAIR em várias pessoas, bem como a surdez dos ferroviários e tecelões na época da Revolução Industrial.

PAIR a prevenção das perdas auditivas relacionadas ao trabalho se faz principalmente pela melhoria dos ambientes de trabalho, com a eliminação ou o controle rigoroso dos riscos existentes. Paralelamente devem ser implantadas medidas de proteção individual, que nada mais são do que paliativos de protetores auditivos até que as medidas.

Deve-se lembrar também de usar o EPI adequado para proteção individual da audição e neste quesito deve-se ter em conta também o grau de conforto, a facilidade de manuseio, manutenção e uso do equipamento, a capacidade e por fim a vida útil do produto. Por último e não menos importante, pratique a conscientização em sua empresa. Promova ações que crie um senso de prevenção, invista tempo e recursos para capacitar seus colaboradores!

#### 4. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, houve um levantamento bibliográfico sobre Fatores Ambientais com ênfase em Ruído, com o objetivo de levantamento de dados por meio de aplicação de questionário para os programadores, e medição eletrônica de ruídos por meio de decibelímetro, na empresa colaboradora, localizada na cidade de Paulo Afonso-BA. Tendo como finalidade principal, analisar o resultado, e fornecer relatórios conclusivos.

- Descrição Técnica do Equipamento Utilizado para Realizar as Medições:

Para efetuar as medições, foi utilizado um decibelímetro digital, marca Impac, modelo IP-900DL, que é descrito pela fabricante da seguinte maneira:

O Decibelímetro datalogger digital Impac IP-900DL é um medidor de nível de pressão sonora portátil, pequeno e leve, destinado a aplicações em indústria, comércio, segurança do trabalho e controle ambiental de poluição sonora. Este decibelímetro é totalmente digital e conta com uma memória de até 32000 leituras de pressão sonora quando usado com a função datalogger acionada.

Este decibelímetro digital tem um grande visor multifuncional de cristal líquido, composto de indicação digital, barra gráfica, indicador de tempo de coleta de dados ( relógio do datalogger ) sendo o mostrador do decibelímetro iluminado, para os casos em que se deseja medir em ambientes escuros ou com pouca iluminação, conforme a figura abaixo.

Por ser um decibelímetro destinado ao uso profissional, tem vários modos de operação entre eles resposta pela curva de ponderação A, resposta pela curva de ponderação C, tempo de resposta rápido e lento dispendo também das funções máximo e mínimo.

- Curva A e Curva C

O Impac IP900-DL tem a possibilidade de operar tanto pela curva de ponderação A que é a mais utilizada para ruído contínuo ou intermitente pois simula o comportamento do ouvido humano, bem como pela curva de ponderação C que é uma curva de aspecto mais plano. O decibelímetro Impac, também opera nos modos rápido e lento permitindo uma grande flexibilidade no uso conforme o tipo de medição que se deseja fazer. Este medidor de pressão sonora também tem a função máxima e mínima muito útil para se determinar limites de operação de um determinado ambiente.

- Calibração decibelímetro

A calibração do decibelímetro é feita através do simples ajuste de um trimpot disponível na lateral do equipamento, basta conectar o decibelímetro ao calibrador opcional SC-942. A Impac também dispõe da opção de envio do produto com certificado de calibração opcional rastreado ao Inmetro e presta serviço de calibração para todos os modelos de decibelímetro tipo 2.

- Aplicações

Devido a alta qualidade deste decibelímetro, boa precisão, abundância de recursos e facilidade de uso este decibelímetro datalogger pode ser usado, para medição de ruídos em eventos, igrejas, condomínios, residências, perícias e avaliação de ruído ocupacional e ambiental, prevenção de riscos ambientais, segurança do trabalho, adequação a norma NBR 10.151 da ABNT.

Decibelímetro Datalogger digital IP-900DL IMPAC	
Mostrador	LCD 3 1/2 dígitos com iluminação e barra gráfica
Contagens	1999
Escala Baixa	30 ~ 80 dB
Escala Média	50 ~ 100 dB
Escala Alta	80 ~ 130 dB
Escala Automática	30 ~ 130 dB
Precisão	± 1,4 dB
Resolução	0,1 dB
Ponderação	Curva A e Curva C
Tempo de Resposta	Rápida (Fast)-125ms ou Lenta (Slow)-1s
Resposta em frequência	de 31,5Hz até 8kHz
Atualização do display	2 vezes por segundo
Função Data Logger	Função Data Logger Sim
Memória	Memória Armazena até 32.600 leituras
Software Data Logger	Sim, compatível com Windows XP, 98,



	ME
Interface de comunicação	Saída USB
Saída Analógica	AC: 1 Vrms / DC: 10mV/dB (jack P2 3,5mm)
Microfone	Capacitivo com 12,5mm de diâmetro (Removível)
Encaixe para Tripé	Sim, Rosca M6
Tripé	Sim, de aço com ajuste em 4 níveis
Desligamento automático	Após 15 minutos sem uso
Indicação de bateria fraca	Sim
Temperatura de operação	0°C ~ 40°C
Umidade de operação Menor que 90% sem condensação	Umidade de operação Menor que 90% sem condensação
Alimentação	Uma bateria de 9V ou adaptador de 9V DC
Dimensões	278 X 76 X 50 mm
Peso	350g (incluindo bateria)

- Descrição dos Equipamentos Geradores de Ruídos Existentes Dentro da área de Trabalho dos Programadores.
- Ar Condicionado Split Hi-Wall Komeco 18000 Btus Princess KOS 18QC 3HX Quente/Frio 220v Branco com Função Siga-Me.

Especificações Técnicas	
Marca	Gree
Categoria	Ar Condicionado Split Hi-Wall
Modelo ou Linha	Princess
Capacidade (Btus/h)	18000
Tecnologia	Eletrônico
Fase	Monofásico
Refrigeração (Btus)	18000
Aquecimento (Btus)	18000
Frequência (Hz)	60 Hz

Nível de Ruído (db)	42 interno / 56 externo
Consumo (w)	1529
Corrente (A)	6,95
Compressor	Rotativo
E.E.R. (Aquec./ Refrig.)	3,31
Vazão de Ar (m2/h)	850
Desnível Máximo entre as Unidades	8 m
Comprimento Máximo dos Tubos	15 m
Selo Procel	Sim
Classificação Inmetro	A
Altura (cm) Unidade Interna	21.5
Altura (cm) Unidade Externa	23.5
Largura (cm) Unidade Externa	54
Comprimento (cm) Unidade Interna	90
Comprimento (cm) Unidade Externa	79.5
Peso (kg) fora da Embalagem (Unid. Interna)	13,34
Peso (kg) fora da Embalagem (Unid. Externa)	37,86
Garantia	2 anos de garantia contra defeitos de fabricação
Controle Remoto	Sim



Figura 4.1 – Fonte de Ruído

- No-Brack

Segundo o fabricante, o No-Break Conception conta com a tecnologia DSP. Característica que proporciona alta performance e confiabilidade, tornando-o ideal para aplicações de missão crítica. Ou seja, protegem as aplicações nas quais a continuidade da operação de fundamental importância.

O No-Break ocupa na sala dos programadores o mesmo espaço destinado a um terminal de trabalho. Trata-se de uma máquina de grande porte, competindo até mesmo com um pequeno armário, o que pode ser notado na figura a seguir:



Figura 4.2 – Fonte de Ruído

Para identificarmos os equipamentos geradores de ruído no ambiente de trabalho, fizemos a medição do ruído, aproximando o decibelímetro na entrada de ar dos aparelhos, assim descobrimos que o No-Break produz até 62 dB de ruído.

A figura a seguir apresenta as especificações técnicas do aparelho:

## Especificações Técnicas

Modelo	Conception S1	5000	10000	15000	20000	30000	40000	50000	75000	100000	120000
Potência	KVA	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0	50,0	75,0	100,0	120,0

Entrada	Tensão	220 V , 380 V ( Standard ), 440V (Opcional)										
	Configuração	Trifásica (3 F + N + T)										
	Nr Fases de Entrada	3										
	Variação tensão admissível	± 15%										
	Frequência	60 Hz										
	Variação freq. admissível	± 8%										
	Operação Grupo Gerador	100% compatível com todos os modelos										
Saída	Fator de Potência	0.8										
	Tensão	220 V , 380 V ( Standard ), 440V (Opcional)										
	Regulação estática	± 1%										
	Configuração	Trifásica (3 F + N + T)										
	Frequência	60 Hz										
	Precisão frequência	± 0,05 %										
	Forma de Onda	Senoidal pura										
	Distorção Harmônica	< 2%										
Bateria	Tipo	Seladas isentas de manutenção										
	Tensão VDC	192	240	384	480							
	Tensão Flutuação VDC	216	324	432	540							
	Tensão Pré-alarmed VDC	175	266	350	438							
	Tensão Mínima (bateria baixa)	168	252	336	420							
	Capacidade	Depende de cada configuração para tempos de autonomia										
	Temperatura operação	20°C a 25°C recomendado para a máxima vida útil das baterias										
	Temperatura máxima	30°C sob perda de vida útil das baterias										
	Tempo de recarga	8 a 10 horas para 90% da carga										
	Cor do Gabinete	Grafite										

Modelo	Conception S1	5000	10000	15000	20000	30000	40000	50000	75000	100000	120000		
Proteções	Sobrecarga de saída	125% a 25 segundos											
	Sobrecarga entrada	Disjuntor termo magnético											
	Sobrecarga na bateria	Disjuntor termo magnético											
	Bateria Baixa	Desligamento automático para mínima tensão de bateria											
Ambientais	Temperatura operação	0°C a 30° C para as baterias; 0° a 40°C para o equipamento.											
	Umidade relativa	0 a 95% não condensante.											
	Grau de Proteção	IP-20											
	Ruído audível	45 a 55dBA a 1 metro											
	Dissipação térmica BTU	1600	3300	5000	6700	10000	13400	16700	22520	33000	39600		
Tempo de Transferência	No Break x By Pass	Nulo – Ininterrupto											
	By Pass x No Break	Nulo – Ininterrupto											
Alarmes	Falha de Rede	1 toque a cada 4 segundos											
	Bateria Baixa	1 toque por segundo											
	Sobrecarga	Indicador SOBRECARGA no painel											
	Falha Interna	Toque contínuo											
Interfaces	Porta Contato Seco	Tipo DB9 para Softwares de Shutdown Automático (software opcional)											
	Porta Microprocessada	Tipo DB9 para Software de Gerenciamento ( software opcional )											
Mecânicas	Rodízios	Todos - para auto transporte e auto sustentação											
	Tipo de Pintura	Epóxi-pó de alta resistência											
	Padrão de Pintura	Grafite											
	Qty de módulos	2 módulos – 1 no-break e 1 ou mais para Módulo Baterias											
	Dimensões Físicas NB cm	80x48x62			100x48x90			110x72x90			140x96x83		165x120x83
	Peso no-break kg	180	210	220	250	280	330	450	555	650	810		
	Dimensões Físicas Bat	Dependem da configuração de tempos de autonomia											
	Peso Baterias kg	Dependem da configuração de tempos de autonomia											

Figura 4.3 – especificações Técnicas do No-Breack

- NHO – Norma de Higiene Ocupacional

- A Fundacentro é um centro de pesquisas voltado para a produção e difusão de conhecimentos que contribuam para a promoção da segurança e saúde dos trabalhadores e das trabalhadoras, visando ao desenvolvimento sustentável, com crescimento econômico, equidade social e proteção do meio ambiente. A Fundacentro é encarregada no Brasil de elaborar as normas de higiene ocupacional e em várias áreas, sendo que nesse trabalho utilizaremos os procedimentos da NHO-01.

- NHO-01

A NHO-01 faz parte da Série de Normas de Higiene Ocupacional (NHO's) elaborada por técnicos da Coordenação de Higiene do Trabalho da FUNDACENTRO, por meio do Projeto Difusão de Informações em Higiene do Trabalho, 1997/1998.

São destacados a seguir os principais tópicos tratados pelos técnicos da FUNDACENTRO que a elaboraram:

Esta Norma cancela e substitui as seguintes Normas da FUNDACENTRO:

- HHT-06 R/E -1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente em fase experimental.

- NHT-07 R/E -1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído - ruído de impacto.

- NHT-09 R/E -1986: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente através de dosímetros.

As principais modificações e avanços técnicos em relação às Normas anteriores são:

- substituir as três Normas anteriormente existentes e trata tanto da avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente, quando da avaliação da exposição ocupacional ao ruído de impacto;

- introduz o conceito de nível de exposição como um dos critérios para a quantificação e caracterização da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e o conceito de nível de exposição normalizado para interpretação dos resultados;

- adota o valor "3" como incremento de duplicação de dose ( $q = 3$ );

- considera a possibilidade de utilização de medidores integradores e de medidores de leituras instantâneas.

## 1. OBJETIVO

Esta Norma Técnica tem por objetivo estabelecer critérios e procedimentos para a

avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que implique risco potencial de surdez ocupacional.

## 2. APLICAÇÃO

A Norma aplica-se à exposição ocupacional a ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto, em quaisquer situações de trabalho, contudo não está voltada para a caracterização das condições de conforto acústico.

## 3. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

3.1 Para os fins desta Norma aplicam-se as seguintes Definições, Símbolos e Abreviaturas:

**Ciclo de exposição:** conjunto de situações acústicas ao qual é submetido o trabalho, em seqüência definida, e que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho.

**Critério de Referência (CR):** nível médio para o qual a exposição, por um período de 8 horas, corresponderá a uma dose de 100%.

**Dose:** parâmetro utilizado para caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida, definida com base em parâmetros preestabelecidos (q. CR, NLI).

**Dose Diária:** dose referente à jornada diária de trabalho.

**Dosímetro de Ruído:** medidor integrador de uso pessoal que fornece a dose da exposição ocupacional ao ruído.

**Grupo Homogêneo (GHE):** corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores que compõem o mesmo grupo.

**Incremento de Duplicação de Dose (q):** incremento em decibéis que, quando adicionado a um determinado nível, implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido.

**Limite de Exposição (LE):** parâmetro de exposição ocupacional que representa condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal.

**Limite de Exposição Valor Teto (LE-VT):** corresponde ao valor máximo, acima do

qual não é permitida exposição em nenhum momento da jornada de trabalho.

**Medidor Integrador de Uso Pessoal:** medidor que possa ser fixado no trabalhador durante o período de medição, fornecendo por meio de integração, a dose ou nível médio.

**Medidor Integrador Portado pelo Avaliador:** medidor operador diretamente pelo avaliador, que fornece, por meio de integração, a dose ou o nível médio.

**Nível de Ação:** valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

**Nível Equivalente (Neq):** nível médio baseado na equivalência de energia, conhecido como LEQ.

**Nível de Exposição (NE):** nível médio representativo da exposição ocupacional diária.

**Nível de Exposição Normalizado (NEN):** nível de exposição, convertido para uma jornada padrão de 8 horas diárias, para fins de comparação com o limite de exposição.

**Nível Limiar de Integração (NLI):** nível de ruído a partir do qual os valores devem ser computados na integração para fins de determinação de nível médio ou da dose de exposição.

**Nível Médio (NM):** nível de ruído representativo da exposição ocupacional relativo ao período de medição, que considera os diversos valores de níveis instantâneos ocorridos no período e os parâmetros de medição predefinidos.

**Ruído Contínuo ou Intermitente:** todo e qualquer ruído que não está classificado como ruído de impacto ou impulsivo.

**Ruído de Impacto ou Impulsivo:** ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo).

**Situação Acústica:** cada parte do ciclo de exposição na qual o trabalhador está exposto a níveis de ruído considerados estáveis.

**Zona Auditiva:** região do espaço delimitada por um raio de 150 mm  $\square$  50 mm, medido a partir da entrada do canal auditivo.

3.2 As principais correlações entre a terminologia em Português e Inglês são as seguintes:



Critério de Referência (CR): *Criterion Level* (CL)

Incremento de Duplicação de Dose (q): *Exchange Rate* (q ou ER)

Limite de Exposição (LE): *Threshold Limit Value* (TLV)

Limite de Exposição Valor Teto (LE-VT): *Threshold Limit Value-Ceiling* (TLV-C)

Nível Equivalente (Neq): *Equivalent Level* (Leq)

Nível Médio (NM): *Average Level* (Lavg ou TWA)

Nível Limiar de Integração (NLI): *Threshold Level* (TL)

#### 4. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

##### 4.1 Ruído contínuo ou intermitente

O critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados pra ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A).

O critério de avaliação considera, além do critério de referência, o incremento de dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração igual a 80 dB(A).

Na indisponibilidade destes equipamentos, a Norma oferece procedimentos alternativos para outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea, não fixados no trabalhador, que poderão ser utilizados na avaliação de determinadas situações de exposição ocupacional. Em cada caso deverão ser seguidos os procedimentos de medição específicos estabelecidos na presente Norma.

4.1.1 Avaliação da exposição de um trabalhador ao ruído contínuo ou intermitente por meio da dose diária

##### 4.1.1.1 Utilizando medidor integrador de uso pessoal

A determinação da dose de exposição ao ruído deve ser feita, preferencialmente, por meio de medidores integradores de uso pessoal (dosímetros de ruído), ajustados de forma a atender as especificações contidas no item 5.2.1.1 (equipamentos de medição).

Neste caso o limite de exposição ocupacional diário no ruído contínuo ou intermitente corresponde a dose diária igual a 100%.

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído é de dose diária igual a 50%.

O limite de exposição valor teto para o ruído contínuo ou intermitente é 115 dB(A).

Exposições a níveis inferiores a 80 dB(A) não serão considerados no cálculo da dose.

Quando a exposição for a um único nível de ruído o cálculo da dose diária também é feito utilizando a expressão apresentada, ou seja, simplesmente dividindo "C<sub>1</sub>" por "T<sub>1</sub>".

Neste critério, o limite de exposição ocupacional diária ao ruído contínuo ou intermitente corresponde a dose diária igual a 100%.

4.1.2 Avaliação da exposição de um trabalhador ao ruído contínuo ou intermitente por meio do nível de exposição

A avaliação da exposição pelo nível de exposição deve ser realizada, preferencialmente, utilizando-se medidores integradores de uso individual. Na indisponibilidade destes equipamentos, poderão ser utilizados outros tipos de medidores integradores ou medidores de leitura instantânea, portados pelo avaliador.

## 5. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

### 5.1 Abordagem dos locais e das condições de trabalho

A avaliação de ruído deverá ser feita de forma a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

Identificando-se grupos de trabalhadores que apresentem iguais características de exposição (grupos homogêneos de exposição) não precisarão ser avaliados todos os trabalhadores. As avaliações podem ser realizadas cobrindo um ou mais trabalhadores cuja situação corresponde à exposição (típica) de cada grupo considerado.

Havendo dúvidas quanto à possibilidade de redução do número de trabalhadores a serem avaliados, a abordagem deve considerar necessariamente a totalidade dos expostos no grupo considerado.

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

Para que as medições sejam representativas da exposição de toda a jornada de trabalho é importante que o período de amostragem seja adequadamente escolhido. Se forem identificados ciclos de exposição repetitivos durante a jornada, a amostragem deverá incluir um número suficiente de ciclos. A amostragem deverá cobrir um número maior de ciclos,

caso estes não sejam regulares ou apresentem níveis com grandes variações de valores.

No decorrer da jornada diária, quando o trabalhador executar duas ou mais rotinas independentes de trabalho, a avaliação da exposição ocupacional poderá ser feita avaliando-se, separadamente, as condições de exposição em cada uma das rotinas e determinando-se a exposição ocupacional diária pela composição dos dados obtidos.

Havendo dúvidas quanto à representatividade da amostragem, esta deverá envolver necessariamente toda a jornada de trabalho.

Os procedimentos de avaliação devem interferir o mínimo possível nas condições ambientais e operacionais características da condição de trabalho em estudo.

Condições de exposição não rotineiras, decorrentes de operações ou procedimentos de trabalho previsíveis, mas não habituais, tais como manutenções preventivas, devem ser avaliadas e interpretadas isoladamente, considerando-se a sua contribuição na dose diária ou no nível de exposição.

Deverão ser obtidas informações administrativas, a serem corroboradas por observação de campo, necessárias na caracterização da exposição dos trabalhadores, com base no critério utilizado.

## 5.2 Equipamento de medição

### 5.2.1 Especificações mínimas

#### 5.2.1.1 Medidores integradores de uso pessoal

Os medidores integradores de uso pessoal, também denominados de dosímetros de ruído, a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional ao ruído devem atender às especificações constantes da Norma ANSI S1.25-1991 ou de suas futuras revisões, ter classificação mínima do tipo 2 e estar ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- circuito de ponderação - "A"
- circuito de resposta = lenta (slow)
- critério de referência = 85 dB(A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição de 8 horas
- nível limiar de integração = 80 dB(A)
- faixa de medição mínima = 80 a 115 dB(A)
- incremento de duplicação de dose = 3 ( $q = 3$ )

- indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB(A)

#### 5.2.1.2 Medidores integradores portados pelo avaliador

Os medidores integradores a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional ao ruído devem atender às especificações da Norma IEC 804 ou de suas futuras revisões e ter classificação mínima do tipo 2. Para a determinação de níveis médios de ruído devem estar ajustados de forma a atender aos seguintes parâmetros:

- circuito de ponderação = "A"
- circuito de resposta =lenta (slow) ou rápida (fast), quando especificado pelo fabricante
- critério de referência =85 dB(A), que corresponde a dose de 100% para uma exposição de 8 horas
- nível limiar de integração = 80 dB(A)
- faixa de medição mínima = 80 a 115 dB(A)
- incremento de duplicação de dose = 3 ( $q = 3$ )
- indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB(A)

#### 5.2.1.3 Medidores de leitura instantânea

Os medidores de leitura instantânea a serem utilizados na avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente, ou de impacto, devem ser no mínimo do tipo 2, segundo especificações constantes das Normas ANSI S1.4-1983 e IEC 651, ou de suas futuras revisões.

Para a medição de ruído contínuo ou intermitente, os medidores devem estar ajustados de forma a operar no circuito de ponderação "A", circuito de resposta lenta (slow) e cobrir uma faixa de medição mínima de 80 a 115 dB(A).

Para a medição de ruído de impacto os medidores devem estar ajustados de forma a operar no circuito "linear", circuito de resposta para medição de nível de pico, e cobrir uma faixa de medição de pico mínima de 100 a 150 dB.

#### 5.2.2 Interferentes ambientais no desempenho dos equipamentos

O uso de protetor de vento sobre o microfone é sempre recomendável a fim de evitar possíveis interferências da velocidade do ar e proteger o microfone contra poeira.

Os medidores só poderão ser utilizados dentro das condições de umidade e

temperatura especificados pelos fabricantes.

Se os medidores forem utilizados em ambientes com a presença de campos magnéticos significativos, devem ser considerados os cuidados e as limitações previstas pelo fabricante.

### 5.3 Procedimentos gerais de medição

Antes de iniciar as medições deve-se:

- verificar a integridade eletromecânica e coerência na resposta do instrumento;
- verificar as condições de carga das baterias;
- ajustar os parâmetros de medição, conforme o critério a ser utilizado;

As medições devem ser feitas com o microfone posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador, de forma a fornecer dados representativos da exposição ocupacional diária ao ruído a que submetido o trabalhador no exercício de suas funções. No caso de medidores de uso pessoal, o microfone deve ser posicionado sobre o ombro, preso na vestimenta, dentro da zona auditiva do trabalhador.

Quando forem identificadas diferenças significativas entre os níveis de pressão sonora que atingem os dois ouvidos, as medições deverão ser realizadas do lado exposto ao maior nível.

O direcionamento do microfone deve obedecer às orientações do fabricante, constantes do manual do equipamento, de forma a garantir a melhor resposta do medidor.

O posicionamento e a conduta do avaliador não devem interferir no campo acústico ou nas condições de trabalho, para não falsear os resultados obtidos. Se necessário, deve ser utilizada avaliação remota, por meio do uso de cabo de extensão para o microfone, a fim de permitir leitura à distância.

Antes de iniciar a medição o trabalhador a ser avaliado deve ser informado:

- do objetivo do trabalho;
- que a medição não deve interferir em suas atividades habituais, devendo manter a sua rotina de trabalho;
- que as medições não efetuam gravação de conversas;
- que o equipamento ou microfone nele fixado só pode ser removido pelo avaliador;

- que o microfone nele fixado não pode ser tocado ou obstruído;
- sobre outros aspectos pertinentes.

Os dados obtidos só serão validados se, após a medição, o equipamento mantiver as condições adequadas de uso. Deverão ser invalidados, efetuando-se nova medição, sempre que:

- o nível de tensão de bateria estiver abaixo do mínimo aceitável;
- houver qualquer prejuízo à integridade eletromecânica do equipamento.

Quando ocorrer a presença simultânea de ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, a avaliação da exposição ao ruído contínuo ou intermitente. Quando forem utilizados medidores integradores, o ruído de impacto será automaticamente computado na integração. No caso de utilização de medidores de leitura instantânea, as leituras que coincidirem com a ocorrência dos picos de impacto deverão ser normalmente computadas nos dados da medição.

#### 5.4 Procedimentos específicos de medição de ruído contínuo ou intermitente

##### 5.4.1 Utilizando medidor integrador de uso pessoal

- a) Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e nos parâmetros especificados no item 5.2.1.1.
- b) Coloque o medidor no trabalhador a ser avaliado e fixe o microfone dentro da zona auditiva, conforme item 6.3.
- c) Posicione e fixe qualquer excesso de cabo de microfone para evitar qualquer dificuldade ou inconveniente ao usuário.
- d) Adote as medidas necessárias para impedir que o usuário, ou outra pessoa, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos.
- e) Inicie o processo de integração somente após o microfone estar devidamente ajustado e fixado no trabalhador.
- f) Cheque o dosímetro periodicamente, durante a avaliação, para se assegurar de que o microfone está adequadamente posicionado e que o equipamento está em condições normais de operação.
- g) Retire o microfone do trabalhador somente após a interrupção da medição.
- h) Determine e registre o tempo efetivo de medição, sempre que a medição não

cobrir a jornada integral de trabalho.

i) Quando a medição não cobrir toda a jornada de trabalho, a dose determinada para o período medido deve ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho, determinando-se a dose diária.

#### 5.4.2 Utilizando medidor integrador portado pelo avaliador

a) Realize os ajustes preliminares no equipamento e sua calibração, com base nas instruções do manual de operação e nos parâmetros especificados no item 5.2.1.2.

b) Mantenha o microfone do medidor dentro da zona auditiva do trabalhador e posicione-se de forma a minimizar a interferência na medição.

c) Determine e registre o tempo efetivo de medição, sempre que a medição não cobrir a jornada integridade de trabalho.

d) Quando a medição cobrir um período representativo da exposição ocupacional, o nível médio fornecido pelo medidor será representativo da exposição do trabalhador avaliado durante toda a sua jornada de trabalho, correspondendo ao nível de exposição. Se for determinada a fração de dose, esta deverá ser projetada para a jornada diária efetiva de trabalho.

e) Acompanhe toda a movimentação do trabalhador no exercício de suas funções, de forma que durante toda a medição o microfone mantenha-se posicionado dentro da zona auditiva.

f) Quando forem utilizados medidores cujo tempo de integração seja prefixado e não cubra o período mínimo representativo da exposição, deverão ser seguidos os procedimentos complementares relacionados a seguir:

medições seqüenciais, cada uma com tempo de duração dentro do limite imposto pelo medidor;

número de medições suficiente para cobrir um período representativo da exposição;

$$NM = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \left( n_1 \times 10^{0,1NM_1} + n_2 \times 10^{0,1NM_2} + \dots + n_i \times 10^{0,1NM_i} + \dots + n_n \times 10^{0,1NM_n} \right) \right]$$

registro de todas as leituras das medições para permitir a determinação do nível médio;

fração de dose relativos ao período avaliado, mediante a seguinte expressão

matemática:

onde:

NM = Nível médio representativo da exposição do trabalhador avaliado

$n_i$  = número de leituras obtidas para um mesmo nível médio parcial assumido -  $NM_i$

$n$  = número total de leituras =  $n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_n$

$NM_i$  = iésimo nível médio de pressão sonora assumido, em dB(A)

g) As medições devem ser feitas em um período representativo da exposição ocupacional, por meio de  $n$  leituras sequenciais colhidas a intervalos de tempo fixos e predefinidos, identificados por " $t$ ", de no máximo 15 segundos.

h) Cada leitura corresponde ao valor efetivamente lido no medidor no instante da medição, arredondado para o valor mais próximo, dentro de um intervalo de 0,5 dB. Não devem ser tomadas, portanto, médias subjetivas (média por interpolação visual) durante a realização de cada leitura. (Exemplos: valor lido: 80,7  $\square$  valor assumido: 80,5; valor lido: 80,8  $\square$  81,0).

## 5.6 Interpretação dos resultados

### 5.6.1 Ruído contínuo ou intermitente

#### 5.6.1.1 Dose diária

Com base no critério apresentado no item 4.1.1, sempre que a dose diária de exposição a ruído determinada for superior a 100%, o limite de exposição estará excedido e exigirá a adoção imediata de medidas de controle.

Se a dose diária estiver entre 50% e 100% a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições aos ruídos causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

#### 5.6.1.2 Nível de exposição normalizado



Com base no critério apresentado no item 5.1.2, sempre que o nível de exposição normalizado (NEN) for superior a 85 dB(A), o limite de exposição estará excedido e exigirá a adoção imediata de medidas de controle.

Se o NEN estiver entre 82 dB(A) e 85 dB(A) a exposição deve ser considerada acima do nível de ação, devendo ser adotadas medidas preventivas a fim de minimizar a probabilidade de que as exposições causem prejuízos à audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

#### 5.6.1.3 Critério de julgamento e tomada de decisão

O Quadro a seguir apresenta considerações técnicas e a situação recomendada em função da Dose Diária ou do Nível de Exposição Normalizado encontrados na condição de exposição avaliada.

Dose Diária (%)	NEN dB(A)	Consideração Técnica	Atuação Recomendada
0 a 50	Até 82	Aceitável	No mínimo manutenção da condição existente
0 a 80	82 a 84	Acima do nível de ação	Adoção de medidas preventivas
80 a 100	84 a 85	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da dose diária

Acima de 100	>85	Acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas
--------------	-----	------------------------------	---------------------------------------

### 5.6.3 Ruído contínuo ou intermitente simultâneo com ruído de impacto

Na ocorrência simultânea de ruído contínuo ou intermitente e ruído de impacto, a exposição ocupacional estar acima do limite de exposição, quando pelo menos o limite para um dos tipos de ruído for excedido.

Não é permitida, em nenhum momento da jornada de trabalho, exposição a níveis de ruído contínuo ou intermitente acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos, independentemente dos valores obtidos para dose diária ou para o nível de exposição.

Não é permitida exposição a ruídos de impacto ou impulsos com níveis de pico superiores a 140 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

## 4.1 Formas de Aplicação das medições e do questionário

A empresa colaboradora possui vários empregados, distribuídos em setores, contudo, o foco deste estudo é direcionado mais especificamente para os programadores, e como esses trabalhadores são afetados pelo fator ambiental, ruído. Existe atualmente 06 (seis) profissionais programadores na empresa, desempenhando as mesmas funções, e dividindo um espaço único, reservado para eles.

Para este estudo, todos os programadores foram submetidos ao questionário, mas apenas um foi selecionado para ser submetido aos testes com o decibelímetro (grupo homogêneo, ver definição da NHO). Esses programadores possuem uma jornada diária de seis horas e meia de trabalho ininterruptas, de segunda a sábado.

Cada medição com o equipamento levou cerca de dose segundos, obtendo um valor a cada segundo; entre uma medição e outra foram feitos intervalos de tempo de trinta minutos, chegando a um total de dose medições no final da jornada.

A cada medição foram gerados dose valores em decibéis (dB), de onde foram extraídos uma média logarítmica.

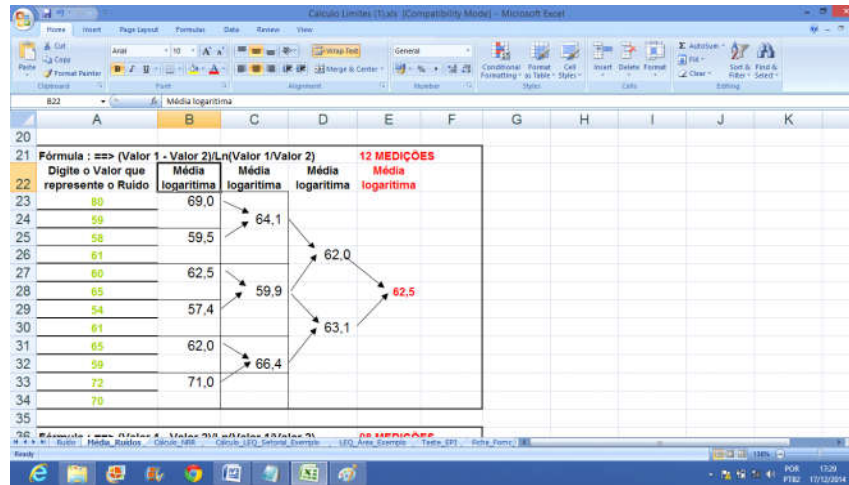


Figura 4.4 – Planilha de Cálculo

Assim como foi feito após cada medição, ao final da jornada de trabalho, os doze resultados obtidos também foram submetidos a uma média logarítmica, gerando um único valor.

Para ajudar a registrar os valores obtidos na pesquisa, foi utilizado um formulário contendo espaços para guardar os valores de cada leitura, a média logarítmica, a descrição de equipamentos ligados que produziam algum tipo de ruído, fatores externos que em certos momentos aumentaram a intensidade do ruído dentro do ambiente de trabalho, a hora em que ocorreram as medições, e a distância do ouvido dos funcionários selecionados em relação as fontes de ruído. Foram registradas imagens do ambiente de trabalho, das máquinas emissoras de ruídos e do momento das medições.

O decibelímetro foi posicionado no sentido horizontal, bem próximo a zona auditiva do Programador, como pode ser visto na figura a seguir:



Figura 4.5 – Aplicação de Pesquisa

O questionário contendo perguntas objetivas foi aplicado no dia 10 de novembro de 2014, visando a avaliação qualitativa dos trabalhadores quanto a exposição ao ruído, para comparação com os dados quantitativos que seriam levantados, juntamente com os dados literários encontrados.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Resultados das edições utilizando o decibelímetro

A avaliação prática utilizando o decibelímetro, e seguindo o que sugere a metodologia, gerou dados que serão expressados nos gráficos a seguir:

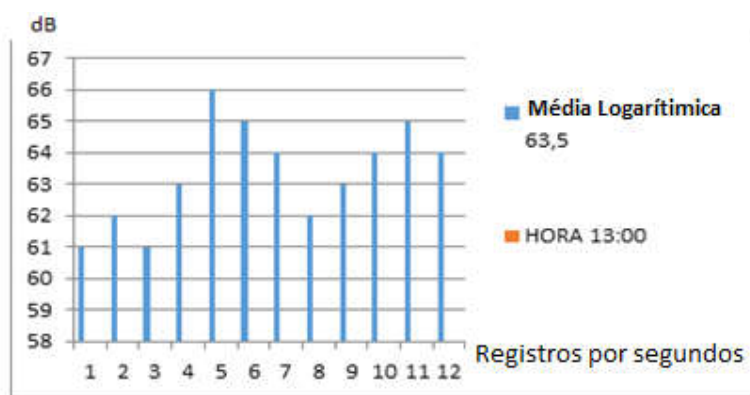


Figura 5.1 - Gráfico 1

A primeira leitura ocorreu às 13:00 hs, neste momento todos os programadores já se encontravam acomodados em seus terminais de trabalho, por tanto, o som que se ouvia estava estabilizado. O gráfico mostra que não foram atingidos altos picos de ruído. Neste horário, os aparelhos emissores de ruído já se encontravam ligados, e o ar condicionado funcionava em sua capacidade máxima para climatizar o mais rápido possível a sala.

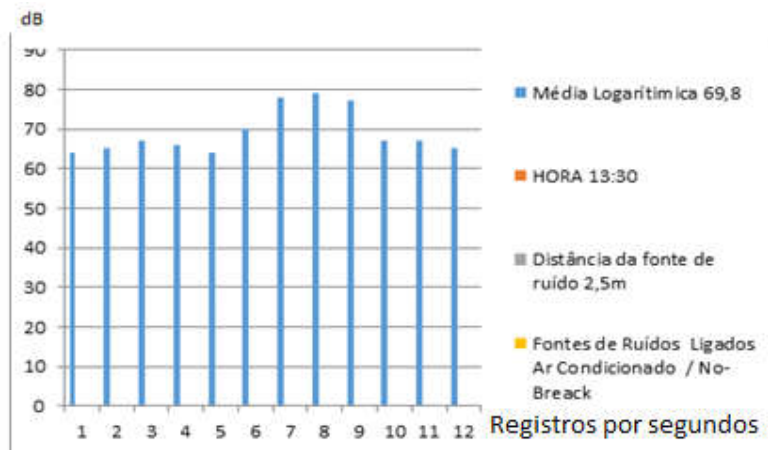


Figura 5.2 - Gráfico 2

Percebe-se uma ligeira elevação na intensidade de ruído, gerada por diálogos dentro do ambiente de trabalho.

A média Logarítmica se elevou ligeiramente.

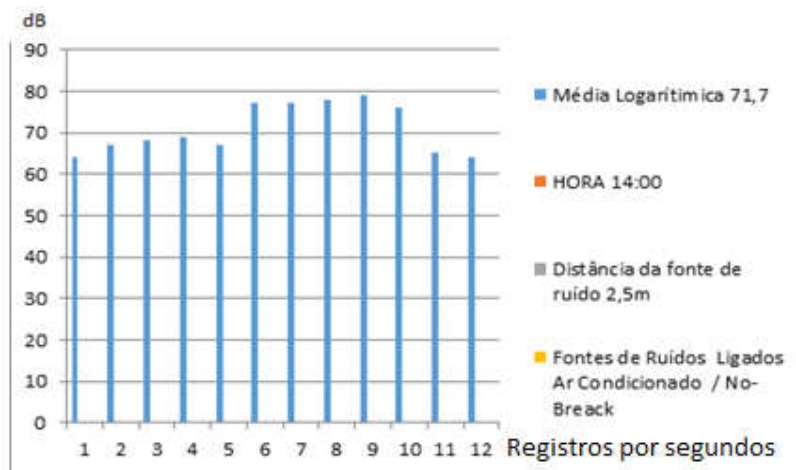


Figura 5.3 - Gráfico 3

O gráfico 3 mostra elevação do nível de ruído, causada pela intensificação dos diálogos no ambiente.

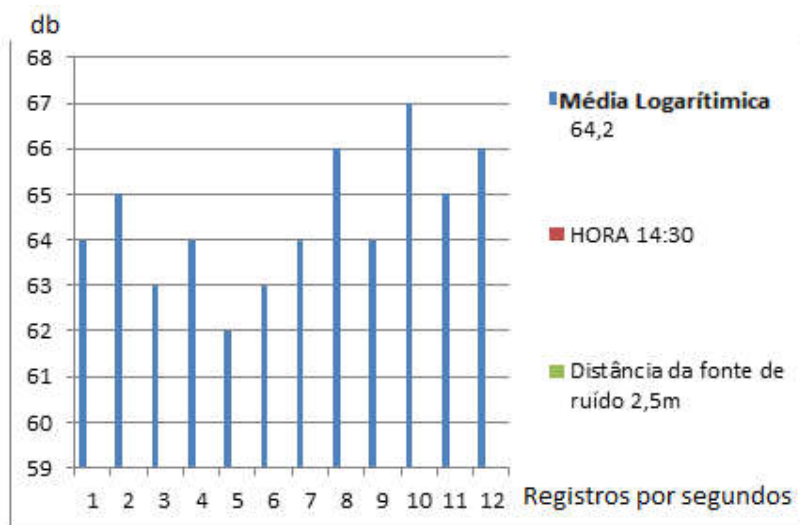


Figura 5.4 - Gráfico 4

No gráfico 4, O ruído reduziu sua intensidade, pois era um momento de concentração onde o ruído emitido pelos trabalhadores parou, e concentrou-se apenas o ruído do ambiente. A média Logarítmica regride a patamares próximos aos do início.

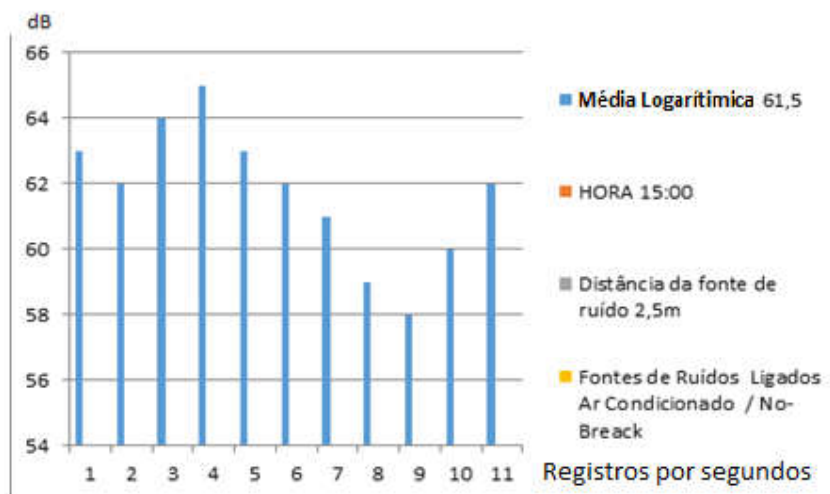


Figura 5.5 - Gráfico 5

No gráfico 5, percebe-se uma sensível redução no nível de ruído devido. Segue estabilizado o ambiente quanto ao ruído. Nenhum evento fora do normal ocorre nesse período.



Figura 5.6 - Gráfico 6

No gráfico 6, o ruído do ambiente segue com médias entre 60,0 e 65,0. Nenhum evento fora do normal ocorre nesse período.

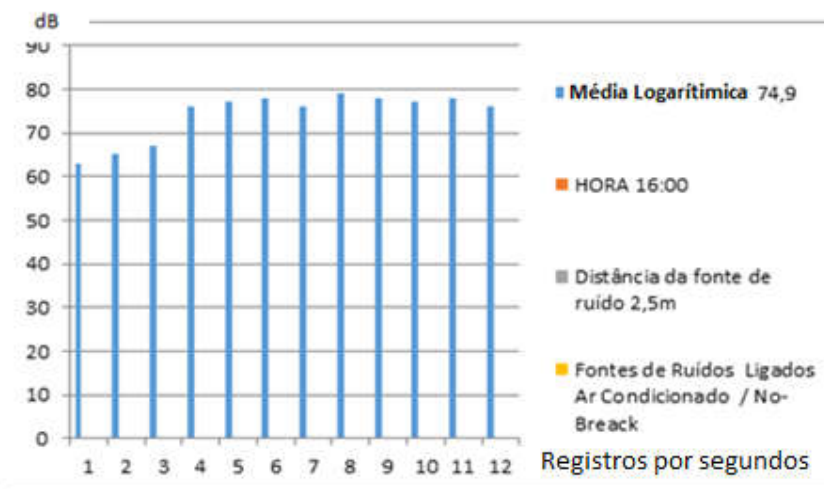


Figura 5.7 - Gráfico 7

No gráfico 7, o aumento do nível médio de ruído no momento da leitura foi observado em consequência da visita de um cliente que veio ao ambiente trazendo sugestões de mudanças em um projeto, dando assim, início a um diálogo em que todos prestam atenção e ao menos metade dos presentes conversam sobre a problemática das mudanças, gerando um ruído. Alguns presentes permanecem em silêncio, prestando atenção ao que se resolve ali.

O tom da conversa é brando, e por demais amistoso, não ocorrendo maiores momentos de tensão.

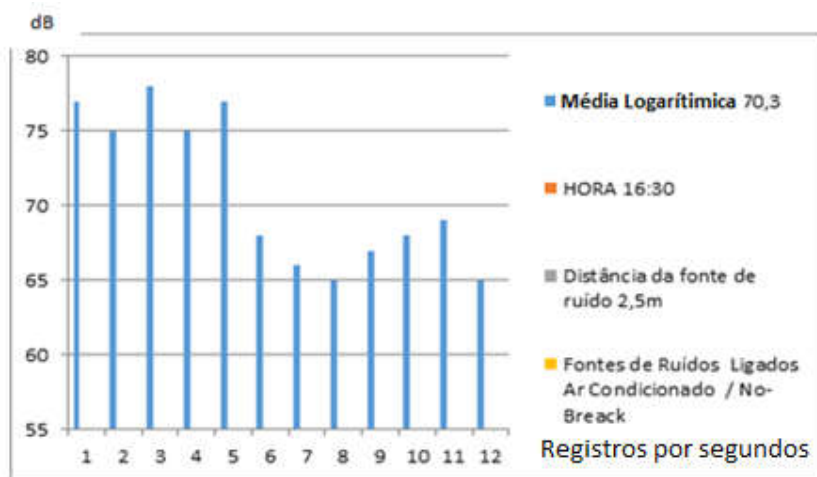


Figura 5.8 - Gráfico 8

No gráfico 8, o visitante permanece no local, e a conversa segue, mantendo assim os níveis de ruído ainda elevados mais levemente abaixo dos encontrados na medição anterior no gráfico 7.

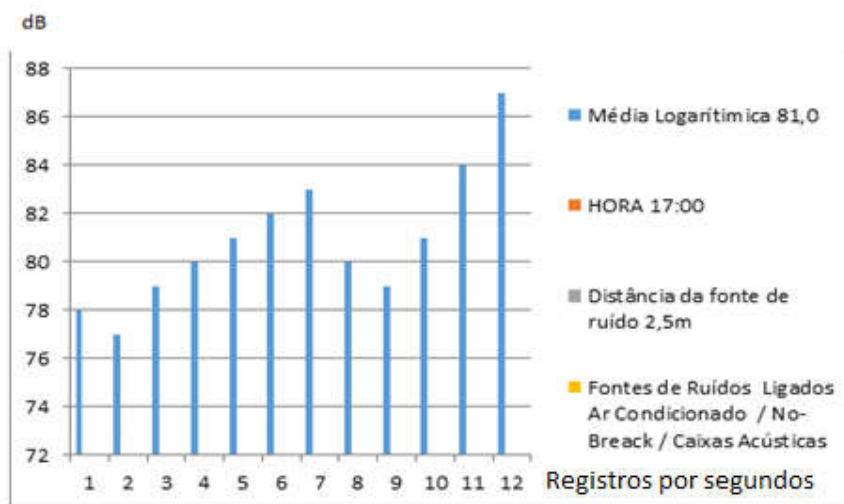


Figura 5.9 - Gráfico 9

No gráfico 9, o cliente vai embora, e em seguida surge um momento de descontração com a chegada de um colega de trabalho. Um trabalhador na sala aciona um reproduutor de áudio de um dos computadores, as caixas acústicas passam a emitir sons, juntamente com o Ar condicionado e o No-Break. A média logarítmica chega ao seu patamar mais alto até então, 81,0 dB.



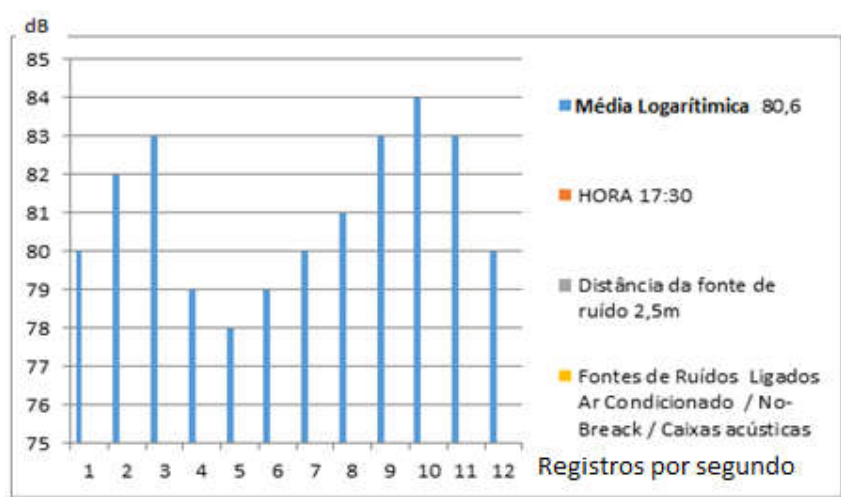


Figura 5. 10 - Gráfico 10

No gráfico 10, O cenário permanece o mesmo da medição anterior com o incremento das caixas acústicas e, portanto, a medição média permanece em média em 80 dB.

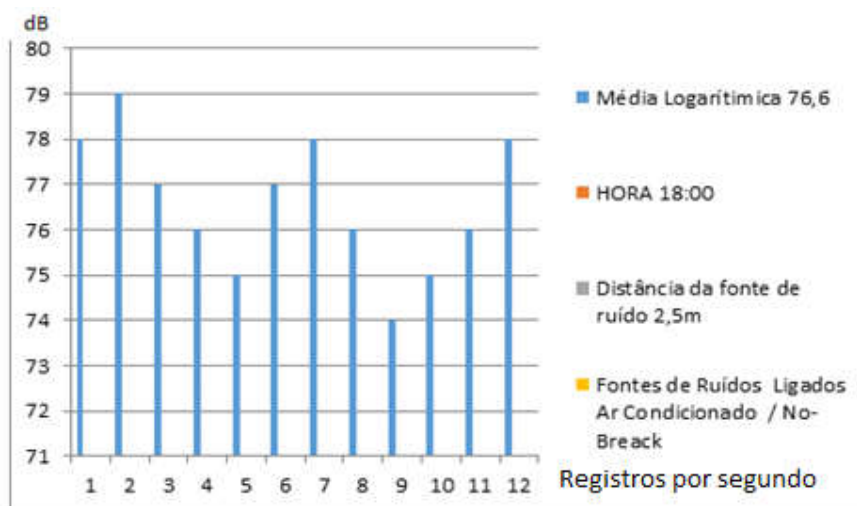


Figura 5. 11 - Gráfico 11

No gráfico 11, durante a medição, os programadores voltam a se concentrar no trabalho, o som foi desligado, e o colega já havia saído da sala. Surge um fator preocupante, dentro do ambiente pode-se ouvir uma fonte externa de ruído. Nas proximidades da empresa existe um hotel que adotou como medida de economia o uso de um gerador a diesel, produzindo assim um barulho que adentra os estabelecimentos da região. A média

logarítmica chega a 76,6 dB, mesmo com todos os presentes na sala permanecendo concentrados em seus afazeres.

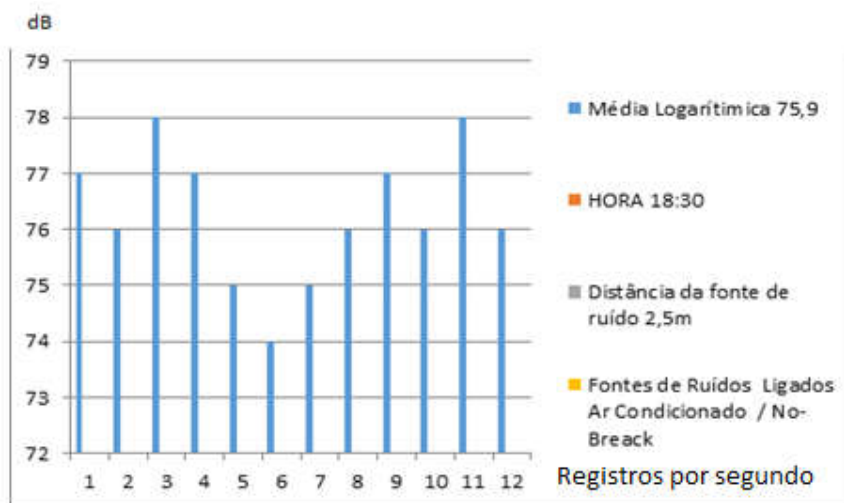


Figura 5.12 - Gráfico 12

No gráfico 12, esta última medição acontece pouco antes do pessoal começar a organizar a sala para saírem, são 18:30h, ainda é possível ouvir o gerador do hotel ligado de dentro da sala.

Fórmula : $==> (Valor 1 - Valor 2)/Ln(Valor 1/Valor 2)$				12 MEDIÇÕES
Digite o Valor que represente o Ruído	Média Logarítmica	Média Logarítmica	Média Logarítmica	Resultado Final
63,5	66,6	67,2	67,4	70,1
69,8	67,9			
71,7	62,7	67,5	72,9	
64,2				
61,5	72,6	78,5		
64,0				
74,9	80,8	76,2		
70,3				
81,0	76,2	75,9		
80,6				
76,6	75,9			
75,9				

Figura 5.13 – Planilha de Cálculo

Ao final da coleta dos dados junto aos programadores selecionados para a pesquisa, foi aplicado aos resultados de cada medição o mesmo cálculo de média logarítmica, chegando

assim a média diária de ruído a que esses profissionais são submetidos diariamente. A média diária encontrada foi 70,1 dB, conforme figura 13.

O quadro constante do item “5.6.1.3 Critério de julgamento e tomada de decisão” da NHO – Norma de Higiene Ocupacional indica que é uma condição “aceitável” valores até “82 dB”, e aconselha no mínimo a manutenção desta condição, contudo, se levarmos em consideração os acontecimento recorrentes e eventuais observados durante a aplicação das medições, podemos constatar que em determinados momentos ocorreram registros de medições que ultrapassam os 82 dB, como pode ser visto analisando os gráficos 10 e 9, portanto, muito deve ser feito para “melhorar” as condições de trabalho naquele local.

A fonte externa de ruído, o gerador, localizado na vizinhança, por sua natureza alheia ao controle da empresa, passa a ser o fator mais preocupante, pois observa-se nos gráficos 11 e 12, que a partir do momento que o mesmo é ligado há um incremento no ruído do ambiente.

## 5.2 Resultados Obtidos com a Aplicação do Questionário

Os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário, indicam as características qualitativas perceptíveis dos programadores da empresa, desse modo podemos afirmar que:

- 100% dos programadores da empresa são do sexo masculino;
- Metade está na faixa etária entre 20 e 29 anos, a outra metade na faixa de 30 e 40 anos;
- A empresa foi criada a cinco anos, estando esses profissionais ligados a ela desde a sua fundação, com exceção de um, que, mesmo assim, ingressou a mais de dois anos;
- Nenhum deles faz uso de fones de ouvido, equipamento que é apontado como causador de redução auditiva;
- Metade enfrenta dificuldade para dormir;
- Metade enfrenta dificuldade para realizar tarefas que exijam maior concentração;
- Aproximadamente 80% deles se consultou com psicólogo ou psiquiatra nos últimos quatro anos;
- Metade possui dificuldade para ouvir conversas próximas a si;

- Metade possui sentimento de raiva, e/ou descontrole;
- Aproximadamente 80% deles sofre de esquecimento temporário;
- Aproximadamente 80% deles não sente dor de cabeça com frequência;
- Não possuem problemas de hipertensão;
- 100% responderam que sentem fadiga durante o dia;
- Metade deles tem sintomas característicos de gastrite;
- Metade deles não se sente confortáveis no ambiente de trabalho.

A julgar pelas afirmações obtidas através do questionário, é evidente que a maioria dos programadores da empresa está sofrendo de problemas físicos e/ou psicológicos como: Insônia (dificuldade de dormir), estresse, depressão, perda de audição, agressividade, perda de atenção e concentração, perda de memória, dores de cabeça, aumento da pressão arterial, cansaço, gastrite e úlcera, e queda de rendimento no trabalho.

## **6 CONCLUSÃO**

O ambiente de trabalho mesmo sem a interferência do ruído humano, produz por meio de equipamentos ligados, ruídos que podem chegar a médias entre 50 e 65 dB. Portanto, em níveis que já causam desconforto ao trabalhador como a dificuldade de concentração, uma alternativa coerente seria alocar o No-Break em uma sala separada do ambiente de trabalho dos programadores, reduzindo o ruído ambiental, uma vez que isso é bastante possível fazendo alterações nas instalações de rede da empresa;

Programadores são profissionais que precisam resolver problemas intelectuais que envolvem lógica, e o tempo para a resolução desses problemas estipulado pelas empresas é comumente pequeno, de modo que é extremamente necessário que haja o máximo de organização e ordem dentro do ambiente de trabalho, assim como o silêncio do mesmo. O acesso a sala dos programadores deve ser controlado, o que quer dizer que visitas devem ser autorizadas quando totalmente necessário e quando possível previamente agendadas. Reuniões com clientes devem ocorrer mediante agendamento com o gerente de projeto, que

pode ou não solicitar a presença de programadores, e sempre em sala de reuniões e nunca no ambiente de trabalho dos programadores;

No gráfico 10, percebe-se um aumento brusco das medições, tendo como causa uso de caixas acústicas para ouvir música no ambiente de trabalho. A empresa deve definir em documentos como um estatuto, informando que essa prática não é permitida e realizar treinamento de conscientização com os colaboradores quanto aos prejuízos a sua saúde. A música no ambiente de trabalho tanto pode servir como forma de relaxamento, como também pode ser considerada uma causa de estresse, dependendo de muitas variáveis, principalmente particularidades de cada trabalhador. Em um ambiente dividido por várias pessoas não convém esse tipo de comportamento;

Como pode ser visto nos gráficos 11 e 12, quando ocorre a ligação do gerador na área externa gerando um fator externo de ruído que interfere de modo nocivo no ambiente de trabalho dos programadores. Bastante pertinente, ao se iniciar as atividades de uma empresa dessa natureza, projetar a planta do prédio onde ela se estabelecerá considerando o ruído gerado pela vizinhança. A sala dos programadores deve ser localizada em um ponto onde não seja de acesso direto ao público, longe de corredores, possuir vedação acústicas, e se for o caso, ter janelas apropriadas para dificultar a entrada de ruídos externos no ambiente. A empresa não deve se estabelecer próximo a rodovias, feiras livres, ou clubes, prezando assim, pela paz e a tranquilidade de seus profissionais.

A julgar pelas afirmações obtidas através do questionário, é evidente que a maioria dos programadores da empresa está sofrendo de problemas físicos e/ou psicológicos como: Insônia (dificuldade de dormir), estresse, depressão, perda de audição, agressividade, perda de atenção e concentração, perda de memória, dores de cabeça, aumento da pressão arterial, cansaço, gastrite e úlcera, e queda de rendimento no trabalho. Não é possível afirmar, que os problemas de saúde enfrentados pelos programadores possuem origem unicamente na empresa, contudo, as ocorrências de picos de medição demonstrados pelos gráficos 7,8,9,10,11, e 12, (que correspondem a metade da jornada de trabalho), mostram que as medições aproximaram-se da média de segurança estabelecida na NHO-01, que é de 82 dB, e em alguns momentos extrapolaram esse valor. Podemos afirmar, então, que, pelo menos as condições de trabalho atuais da empresa colaboradora, “podem” estar contribuindo para o surgimento e/ou agravamento dos problemas de saúde dos profissionais programadores do quadro de funcionários da mesma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pro Line Instrumentos de Medição Ltda. Calibração. Disponível em: <<http://www.prolines.com.br/CALIBRACAO-DE-DOSIMETRO-EDECIBELIMETRO/prod-1536177/>>. 15 de nov. de 2014.

Trabalho com Segurança e Saúde. Decibelímetro. Disponível em: <<http://trabalhosaudeseguranca.blogspot.com.br/2009/04/decibelometro.html>>. 15 de nov. de 2014.

MTE (Ministério do Trabalho). NR 15, anexo I e II. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>>. 27 de out. de 2014.

FERNANDES, Prof. Dr. João Candido. Acústica e Ruído. Disponível em: <<http://www.hdutil.com.br/site/arquivos/diversos%202/Apostila%20de%20Ruido%20I.pdf>> 27 de out. de 2014.

ABERGO. **O que é ergonomia.** Disponível em: <[http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)>. 13 de set. de 2014.

ATTIANEZI, M. **Entre barulho e gritos:** ocorrência de disfonia funcional e orgânica funcional em adolescentes escolares do sexo feminino. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2004.

BASTOS, R. da S. **Reconhecimento da perda de eficácia de protetor infra-auricular.** 2005. 79 f. Dissertação (Pós Graduação em Desenho Industrial) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo. 2001.

BORBA, H. **Qual do nível de ação do seu PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais).** Disponível em <[http://www.qualidadebrasil.com.br/artigo/seguranca\\_no\\_trabalho/qual\\_do\\_nivel\\_de\\_acao\\_o\\_seu\\_ppra](http://www.qualidadebrasil.com.br/artigo/seguranca_no_trabalho/qual_do_nivel_de_acao_o_seu_ppra)> 18 de set. de 2014.

DEJOURS, Christophe. **O fator humano.** Rio de Janeiro: FGV, 2005.

FERNANDES, J. C. **Acústica, ruídos e perda de audição.** Disponível em: <<http://www.sbmec.org.br/dincon/trabalhos/PDF/shortcourses/68699.pdf>>. Acesso em: 18 de set. de 2014.

FERREIRA, A. B. de H. **Miniaurélio século XXI escolar:** o minidicionário da língua portuguesa. 5 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

G1. **Com aumento da frota, país tem um automóvel para cada quatro habitantes.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/com-aumento-da-frota-pais-tem-1-automovel-para-cada-4-habitantes.html>>. 26 de set. de 2014.

GIRARDI, G. **Medição e reconhecimento do risco físico ruído em uma empresa da indústria moveleira de Serra Gaúcha.** [Editorial]. Estudos Tecnológicos, v. 7, n. 1, p. 16, jan./abr., 2011.

CÓDIGO CIVIL, 2002, ART.1.222.

GOMES, M. J. R. **Proposta de melhoria ergonômica e de fatores humanos no ambiente de laboratório e os ganhos sinérgicos de produtividade.** In. São Paulo: 2005. P. 13.

LIMA, B. J. et al. **Trabalho sentado:** riscos ergonômicos para profissionais de bibliotecas, arquivos e museus. Disponível em: <[http://www.restaurabr.org/siterestaurabr/ARC\\_Vol\\_3/TRABALHO%20SENTADO%20RIS-COS%20ERGONOMICOS%20PARA%20PROFISSIONAIS%20DE%20BIBLIOTECAS%20ARQUIVOS%20E%20MUSEUS%20johnson%20de%20brito%20gleice%20da%20cruz.pdf](http://www.restaurabr.org/siterestaurabr/ARC_Vol_3/TRABALHO%20SENTADO%20RIS-COS%20ERGONOMICOS%20PARA%20PROFISSIONAIS%20DE%20BIBLIOTECAS%20ARQUIVOS%20E%20MUSEUS%20johnson%20de%20brito%20gleice%20da%20cruz.pdf)>. Acesso em: 13 de set. de 2014.

MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia:** trabalho adequado e eficiente. Rio de Janeiro: Elieser, 2011.

MEIRA, T. C. et al. **Exposição ao ruído ocupacional:** reflexão a partir da saúde do trabalhador. [Editorial]. InterfacEHS – Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade, v. 7, n. 3, p. 26, 2012.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Saúde e segurança do trabalho:** estudo da Previdência Social indica mudanças nas causas de afastamento do trabalho. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/noticias/saude-e-seguranca-do-trabalho-estudo-da-previdencia-social-indica-mudanca-nas-causas-de-afastamento-do-trabalho/>>. Acesso em: 16 de set. de 2014.

MTE (Ministério do Trabalho). **NR 1 – Disposições gerais.** Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr\\_01\\_at.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr_01_at.pdf)>. Acesso em: 15 de set. de 2014.

MTE (Ministério do Trabalho). **NR 17 – Ergonomia.** Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acesso em: 15 de set. de 2014.

MTE (Ministério do Trabalho). **NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A47594D040147D1414815672F/NR-09%20\(atualizada%202014\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A47594D040147D1414815672F/NR-09%20(atualizada%202014).pdf)>. Acesso em: 18 de set. de 2014.

PARDAL, T. **Ruído de baixa frequência:** doença vibroacústica vs. Síndrome da Turbina Eólica . 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho) – Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal. 2013.

SANTOS, U. de P.; SANTOS, M. P. **Exposição ao ruído:** efeitos na saúde e como preveni-los. São Paulo: Kingraf, 2000.

SOBRAL, M. **As curvas do ruído**. Disponível em: <<http://segurancadotrabalhonwn.com/as-curvas-do-ruído/>>. 23 de set. de 2014.

ECA – Escola de Comunicação e Artes (Universidade de São Paulo). **Pressão sonora**. Disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/intensidade/pressao.htm>>. 25 de set. de 2014.

MOURA. Livia Oliveira Salgueiro, Maria Cecília, Martinelli Iório. Marisa Frasson de Azevedo **A eficácia da adaptação de prótese auditiva na redução ou eliminação do zumbido** <<http://www.scielo.br/pdf/rboto/v70n5/a08v70n5.pdf>>. 27 de set. de 2014.

S. I. C. DE ALMEIDA, P. L. M. ALBERNAZ, P. A. ZAIA, O. G. XAVIER, E. H. I. KARAZAWA. **História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído**. <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v46n2/2842.pdf>>. 27 de set. de 2014.

LOPES. Andréa Cintra. Máira PietrarroiaNelli. José Roberto Pereira Lauris. Raquel Beltrão Amorim. Ana Dolores Passarelli Melo. **Condições de Saúde Auditiva no Trabalho: Investigação dos Efeitos Auditivos em Trabalhadores Expostos ao Ruído Ocupacional** <[http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo\\_port.asp?Id=588](http://www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?Id=588)>. 30 de set. de 2014.

AMORIM. Raquel Martins da Costa. Katia de Almeida. **Estudo do benefício e da aclimatização em novos usuários de próteses auditivas**. <<http://www.scielo.br/scielo>>. 08 de out. de 2014.

ALMEIDA. Claudia C. Helga H. S. Perlin. Janis E. Ruppenthal. **Um estudo do ruído e sua repercussão na produtividade e saúde do trabalhador**. <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2000/artigos/391.PDF>>. 09 de out. de 2014.

CALDART. Adriano Ulisses. Cíntia Felício Adriano. Igor Terruel. Rafael Ferri Martins. Arnoni Ulisses Caldart. Marcos Mocellin. **Prevalência da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído em Trabalhadores de Indústria Têxtil**. <<http://www.internationalarchivesent.org/conteudo/pdfForl/380.pdf>>. 09 de out. de 2014.

RODRIGUES. Marleide Aparecida Griggio. Adriana Adilia Dezan. Luciana Lozza de Moraes Marchiori **Eficácia Da Escolha Do Protetor Auditivo pequeno, médio e grande em programa de conservação auditiva**. <<http://www.scielo.br/pdf/rcefac/v8n4/v8n4a16.pdf>>. 11 de out. de 2014.

ALMEIDA. SI de, Albernaz PL, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EH. **História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído**. Rev Assoc Med Bras 2000;p.46(2):143-58  
KWITKO. A. Avaliação epidemiológica dos dados audiométricos ocupacionais. Acta Awho. 1998;p.17;193-202.

Ministério da Previdência e Assistência Social. Norma Técnica para avaliação da Incapacidade - PAIR, de 5 de agosto de 1998.



BAMFORD, J.; SAUNDERS, E. **Hearing impairment, auditory perception and language disability**. 2nd ed. San Diego, California: Singular PublishingGroup, 1991.p.60

SAMELLI, A. G. **Zumbido: avaliação, diagnóstico e reabilitação: abordagens atuais**. São Paulo: Lovise, 2004.p.224.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DELTRABAJO, 43.aReunion, Ginebra, 1959. **La organización de los servicios de medicina del trabajo em los lugares de empleo**. Ginebra,Oficina Internacional delTrabajo, 1958. (Informe IV-1).

SANDOVAL, H. **Actividades de salud ocupacional enared de servicios de salud -marca conceptual**. [Apresentado ao Seminário/TallerActividades de SaludOcupacionalenared de Servicios de Salud,Campinas, 1984.p.110,300.

Organização Mundial de Saúde: Prevention of noise-induced hearin gloss, (1997). Grupo de estudo SIHI da Universidade de Maastricht (1999).

MANUBENS, Ramón Sabaté. Ruído. Risco Freqüente. Revista Proteção,p.68, jul.1997.

BRASIL. Ministério De Trabalho, Secretaria de Segurança e Saúdedo Trabalho, Portaria N.º 19, 1998.

Hétu R, Phaneuf R. An epidemiological perspective of the causesof hearing loss among industrial workers. J Otolaryngol 1990, p.19..

Morata TC, Lemaster GK. Epidemiologic considerations in theevaluation of occupational hearing loss.Occup Med State Art Rev1995;p.10(3):641-56.

**ARAÚJO. Lauriany Maria Ferreira. Sistema Auditivo Humano: PORTAL DA EDUCAÇÃO - Acesso em 28/11/2014.**  
<http://www.portaleducacao.com.br/fonoaudiologia/artigos/46555/sistema-auditivo-humano-ouvido-externo#ixzz3LMe4LNmV>.

Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J. Ibañez RN. **Atualização sobre os documentos do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva**. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J. Ibañez RN, organizadores. PAIR – Perda auditiva induzida pelo ruído. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. P.225-34.

BARROS, L.C; YVES, J. E. A. S. **Saúde ocupacional: considerações a respeito da perda auditiva induzida por ruído e da disfonia**. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002\\_tr45\\_0608.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr45_0608.pdf)> 10 de dez. 2014.

CANHA, A. O. de O. **O efeito do espectro do ruído ocupacional na audição de trabalhadores em diversas atividades no distrito federal**. 2011. 106f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

**Anexo I****QUESTIONÁRIO**

Caro(a) colaborador(a), o presente questionário faz parte de um trabalho de conclusão do curso de Gestão de Tecnologia da Informação, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Floresta, e gostaria de pedir a sua colaboração para a resolução do mesmo, você não será identificado e as respostas serão utilizadas unicamente para fins de pesquisa.

Grato por sua colaboração,

**1. Qual o seu sexo?**

Masculino                       Feminino

**2. Qual sua idade?**

Abaixo de 20 anos     Entre 20 e 29 anos     Entre 30 e 39 anos  
 Acima de 40 anos

**3. Há quanto tempo você trabalha na empresa?**

Entre 1 e 5 anos             Entre 6 e 10 anos             Entre 11 e 15 anos  
 Entre 16 e 20 anos     Acima de 21 anos

**4. Faz uso de fones de ouvido durante ou fora do trabalho?**

Não             Sim, casualmente             Sim, Sempre

**5. Sente dificuldade para dormir?**

Sim     Não

**6. Sente dificuldade em realizar tarefas que exigem mais concentração?**

Sim     Não

**7.0 Já se consultou com Psicólogo ou Psiquiatra, nos últimos quatro anos?**

Sim     Não

**8.0 Sente dificuldade para ouvir conversas próximas a você em tom de voz normal?**

Sim     Não

**9.0 Percebe sentimentos de raiva, ou descontrole?**

Sim     Não

**10. Percebeu esquecimento de detalhes, objetos, recados, ou cores, nos últimos tempos?**

Sim     Não

**11. Sente dor de cabeça, ou enxaqueca?**

Não         Sim, as vezes         Sim, Sempre

**12. Sua Pressão é considerada normal (próxima de 12/8)?**

Sim     Não

**13. Sente fadiga durante o dia?**

Não         Sim, as vezes         Sim, Sempre

**14. Sente queimação estomacal?**

Sim     Não

**15. Sente-se confortável em seu trabalho?**

Sim     Não

**Anexo I1****Formulário para Obtenção de Dados****Dia:**

<b>Valor</b>	<b>NPSi (dB)</b>	<b>HORA</b>	<b>Distância da fonte de ruído</b>	<b>Fontes de Ruídos Ligados</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

**Média Logarítmica desta medição**

**Anexo III****LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE**

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