

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

**TIAGO AUGUSTO FAUST ZEN**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA DOSE SEMANAL DE RUÍDO  
NA CARACTERIZAÇÃO DA INSALUBRIDADE DE  
TRABALHADORES DE UMA MOLDURARIA E SERRALHERIA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2013**

**TIAGO AUGUSTO FAUST ZEN**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA DOSE SEMANAL DE RUÍDO  
NA CARACTERIZAÇÃO DA INSALUBRIDADE DE  
TRABALHADORES DE UMA MOLDURARIA E SERRALHERIA**

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

**Orientador: Prof. Msc. José Narumi Makishima**

**CURITIBA**

**2013**

**TIAGO AUGUSTO FAUST ZEN**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA DOSE SEMANAL DE RUÍDO  
NA CARACTERIZAÇÃO DA INSALUBRIDADE DE  
TRABALHADORES DE UMA MOLDURARIA E SERRALHERIA**

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

Orientador:

---

Prof. M.Eng. José Narumi Makishima  
Professor do XXV CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

---

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

---

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

---

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

Curitiba  
2013

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

## **AGRADECIMENTOS**

A minha Mãe, Magda, pelo apoio e incentivo constante, mostrando que a alegria e felicidade é encontrada nas pequenas coisas da vida.

Ao meu Pai, Augusto, por despertar o meu fascínio pela Engenharia de Segurança do Trabalho, que me levaram a seguir os seus passos.

A minha irmã, Ana, que sempre esteve do meu lado me ensinando a dividir e a me preocupar apenas com aquilo que importa.

Ao Professor José Narumi, que me apresentou este tema e me orientou de forma exemplar neste trabalho, abrindo meus horizontes para novas possibilidades.

Aos demais Professores e Colegas, que me ensinaram dentro deste curso o significado de Engenharia e a importância, que antes não percebia, de ser Engenheiro.

## RESUMO

ZEN, Tiago Augusto F. **Aplicação da metodologia da Dose Semanal de Ruído na caracterização da insalubridade de trabalhadores de uma molduraria e serralheria.** 69 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

A exposição de trabalhadores ao ruído ocupacional pode ser por vezes muito danosa a seu sistema auditivo. Este trabalho foi embasado em uma revisão bibliográfica, desde a explicação do som e as unidades de medidas do mesmo, até as questões legais aplicáveis a avaliação do ruído e a existência ou não de Insalubridade relativa a este agente físico. O Objetivo deste trabalho foi analisar os perfis de exposição ocupacional ao ruído, utilizando-se de duas metodologias distintas, de dois trabalhadores de uma Molduraria e Serralheria que possuíam exposições variadas a este agente, dependendo do dia de trabalho. Inicialmente foram feitas, em ambos os trabalhadores, medições baseadas no proposto pela Dose Semanal de Ruído da Conferência Americana de Higienistas Industriais (ACGIH, 2011), logo após foram realizadas avaliações baseadas no proposto pela Norma Regulamentadora NR-15, baseada na metodologia dada pela Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO01) da Fundacentro, afim de demonstrar a presença ou não da Insalubridade se avaliarmos a exposição ocupacional de ruído através de um método alternativo e pouco praticado. Para realizar as avaliações foi utilizado um Dosímetro de Ruído DOS-500 marca INSTRUTHERM. Para cada trabalhador, pelo método proposto pela ACGIH (2011), foram realizadas medições durante sete dias consecutivos de trabalho, enquanto pelo proposto pela NR-15 e NHO01 foi realizada uma medição durante seis horas de um dia de trabalho. Como resultado da pesquisa, constatou-se que para determinadas atividades a metodologia proposta pelas normas nacionais não consegue expressar com veracidade os perfil de exposição dos trabalhadores e, conseqüentemente, nem a presença ou ausência da Insalubridade. Sendo assim tornou-se, neste caso, justificável a aplicação de uma metodologia internacional e alternativa para avaliação do ruído ocupacional. Depois de detectada a Insalubridade, através do uso do método alternativo, foram propostas medidas para a atenuação da mesma, através do uso de Equipamentos de Proteção Individual.

**Palavras-chave:** Ruído Ocupacional, Dosimetria de Ruído, Metodologia ACGIH, NR-15, NHO01.

## ABSTRACT

ZEN, Tiago Augusto F. **Application of the Weekly Dose Noise methodology for characterization of unsoundness of workers in a frame manufactures and aluminum frames factory.** 69 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

The exposure of workers to noise can sometimes be very harmful to your hearing. This work was based on a literature review, from the explanation of sound and units of measurements of the same, until the legal issues applicable to assessment of noise and the existence or not of Unhealthy relating to this physical agent. The objective of this study was to analyze the profiles of occupational noise exposure, using two different methodologies, on two workers of a Mounting frame and Locksmiths who had varying exposures to this agent, depending on the day's work. Initially were made in both workers, based on measurements by the proposed Noise Weekly Dose of American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH, 2011), shortly after assessments were made based on the proposed Regulatory Standard NR-15, based on the methodology given by standard occupational Hygiene 01 (NHO01) from Fundacentro in order to demonstrate the presence or absence of Unhealthy assess whether occupational exposure to noise through an alternative method and uncommon practice. To perform the evaluations was used a Dosimeter Noise DOS-500 brand Instrutherm. For each worker, the method proposed by the ACGIH, measurements were carried out for seven consecutive days, as proposed by the NR-15 and NHO01 measurement was performed for six hours a day's work. As a result of research, it was found that for certain activities the proposed methodology by national standards cannot express truthfully the exposure profile of workers and, consequently, neither the presence or absence of Unhealthy. Thus became, in this case applying a justifiable international alternative methodology for evaluating the noise. After Unhealthy detected through use of the alternative method, measures have been proposed to mitigate the same, through the use of Personal Protective Equipment.

**Keywords:** Occupational Noise, Noise Dosimetry, Methodology ACGIH, NR-15, NHO01.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Curvas de Compensação Padronizadas.....	30
Figura 2 –	Decibelímetro - Medidor de Nível de Pressão Sonora Digital DEC-460..	31
Figura 3 –	Dosímetro de Ruído Digital Portátil DOS-500.....	32
Figura 4 –	Abafadores do Tipo Concha 3M.....	39
Figura 5 –	Abafadores do Tipo Inserção 3M.....	39
Figura 6 –	Dosímetro DOS-500 Utilizado para a Realização das Medições.....	44
Figura 7 –	Moldureiro Utilizando a Serra Circular de Bancada 1.....	48
Figura 8 –	Moldureiro Utilizando a Serra Circular Portátil tipo Tico-Tico.....	48
Figura 9 –	Moldureiro durante a Utilização de Martelo.....	49
Figura 10 –	Fresa de Madeira Utilizada.....	49
Figura 11 –	Visão Geral do Local de Trabalho do Moldureiro.....	50
Figura 12 –	Serralheiro Utilizando a Serra Circular de Bancada 2.....	52
Figura 13 –	Serralheiro Utilizando a Serra Circular de Bancada 3.....	52
Figura 14 –	Serralheiro Utilizando a Furadeira 1.....	53
Figura 15 –	Serralheiro Utilizando a Furadeira 2.....	53
Figura 16 –	Serralheiro Utilizando a Furadeira 3.....	54
Figura 17 –	Serralheiro Utilizando a Prensa Hidráulica.....	54

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Relação entre o TWA, Limite de Tolerância e Nível de Ação ACGIH – Moldureiro.....	56
Gráfico 2 –	Relação entre as Doses de Exposição Verificadas – Moldureiro.....	57
Gráfico 3 –	Relação entre o TWA, Limite de Tolerância e Nível de Ação ACGIH – Serralheiro.....	61
Gráfico 4 –	Relação entre as Doses de Exposição Verificadas – Serralheiro.....	62
Gráfico 5 –	Comparação entre as Doses de Exposição dos Trabalhadores Estudados - Metodologia ACGIH.....	65
Gráfico 6 –	Comparação entre as Doses de Exposição dos Trabalhadores Estudados – Metodologia NR-15.....	66



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Pressão Correspondente ao Nível de Pressão Sonora e Possíveis Fontes Geradoras.....	26
Quadro 2 –	Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.....	28
Quadro 3 –	Limites de Exposição (TLV's®) para Ruído <sup>A</sup> .....	29
Quadro 4 –	Níveis Sonoros Médios dos Equipamentos Utilizados no Processo Produtivo.....	35
Quadro 5 –	Informações Gerais da Empresa Estudada.....	46
Quadro 6 –	Caracterização Geral do Ambiente de Trabalho e Funções do Moldureiro.....	47
Quadro 7 –	Caracterização Geral do Ambiente de Trabalho e Funções do Serralheiro.....	51
Quadro 8 –	Média do Nível de Pressão Sonora dos Equipamentos Utilizados pelos Trabalhadores.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Resultados Obtidos Através do Método da Dose Semanal de Ruído – Moldureiro.....	56
Tabela 2 –	Resultados Obtidos Através do Método da Dose Diária de Ruído – Moldureiro.....	58
Tabela 3 –	Resultados Obtidos Através do Método da Dose Semanal de Ruído – Serralheiro.....	60
Tabela 4 –	Resultados Obtidos Através do Método da Dose Diária de Ruído – Serralheiro.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABHO	Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	American Conference Of Industrial Hygienists
C.A.	Certificado de Aprovação
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
Fundacentro	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IN	Instrução Normativa do INSS
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
LEQ	Nível Equivalente de Ruído
LT	Limite de Tolerância
NHO01	Norma de Higiene Ocupacional 01 da Fundacentro
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 OBJETIVOS .....	16
1.1.1 Objetivo Geral .....	16
1.1.2 Objetivos Específicos .....	16
1.2 JUSTIFICATIVAS .....	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
2.1 O TRABALHO E A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO .....	18
2.2 OS AGENTES E OS RISCOS AMBIENTAIS .....	21
2.2.1 Agentes Físicos .....	22
2.2.2 Agentes Químicos .....	22
2.2.3 Agentes Biológicos .....	23
2.3 O SOM E O RUIDO .....	23
2.3.1 O Decibel .....	25
2.4 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUIDO .....	26
2.4.1 Dose de Exposição ao Ruído e Limites de Tolerância .....	27
2.4.2 Equipamentos de Medição de Ruído .....	30
2.4.3 Metodologias de Avaliação de Ruído .....	33
2.5 PRINCIPAIS FERRAMENTAS GERADORAS DE RUIDO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	35
2.6 PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUIDO – PAIR .....	36
2.7 MEDIDAS DE CONTROLE DO RUIDO EM AMBIENTES DE TRABALHO .....	37
2.8 O ADICIONAL DE INSALUBRIDADE E PERÍCIAS JUDICIAIS REFERENTES AO AGENTE FÍSICO RUIDO .....	40
<b>3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	43
3.1 MÉTODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RUIDO ADOTADAS .....	43
3.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E PARÂMETROS ADOTADOS .....	43
3.3 PERÍODOS DE AMOSTRAGEM E CONVERSÕES .....	44
3.4 ORGANIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS .....	45
3.5 UTILIZAÇÃO DO DOSÍMETRO PELOS TRABALHADORES .....	45
3.6 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO .....	46
3.7 CARACTERIZAÇÕES DOS AMBIENTES E FUNÇÕES DOS TRABALHADORES ESTUDADOS .....	46
3.7.1 Trabalhador 1 – Função de Moldureiro .....	46
3.7.1.1 Posto de Trabalho e Local de Coleta dos Dados .....	47
3.7.2 Trabalhador 2 – Função de Serralheiro .....	50
3.7.2.1 Posto de Trabalho e Local de Coleta dos Dados .....	51
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	55
4.1 TRABALHADOR 1 – FUNÇÃO DE MOLDUREIRO .....	55
4.1.1 Análise dos Dados Obtidos Através da Metodologia da Dose Semanal – ACGIH .....	55
4.1.2 Análise dos Dados Obtidos Através do Método da Dose Diária – NR-15 .....	57
4.1.3 Comparação entre os Resultados Obtidos pelas Metodologias Propostas .....	58
4.2 TRABALHADOR 2 – FUNÇÃO DE SERRALHEIRO .....	59
4.2.1 Análise dos Dados Obtidos Através da Metodologia da Dose Semanal – ACGIH .....	60
4.2.2 Análise dos Dados Obtidos Através do Método da Dose Diária – NR-15 .....	62

4.2.3 Comparação entre os Resultados Obtidos pelas Metodologias Propostas .....	63
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA PRESENÇA OU NÃO DE INSALUBRIDADE SEGUNDO AS METODOLOGIAS PROPOSTAS.....	65
4.4 ATENUAÇÃO DE INSALUBRIDADE PARA OS REFERIDOS POSTOS DE TRABALHO PELO USO DE EPIs E REDUÇÃO DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO.....	67
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>LEGISLAÇÕES CONSULTADAS .....</b>	<b>73</b>
<b>SITES CONSULTADOS .....</b>	<b>73</b>
<b>ARTIGOS DE REVISTAS .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O som é uma onda ou uma vibração mecânica, que se propaga através de um meio e que quando atinge os ouvidos, e os estimulam, podem ser ouvidas. Esta percepção de ondas mecânicas, que pelo corpo é realizada, é fundamental em diversas relações diárias, seja pela fala e a consequente comunicação entre os seres humanos, seja até pela apreciação de uma boa música.

Porém nem sempre o som é bem vindo aos ouvidos e ao organismo, tornando-se por vezes incômodo ou até mesmo danoso. Quando o som assume tal característica convencionase em chamá-lo de ruído. Tal característica negativa está presente em diversas atividades, locais e situações, sendo que destas se destaca a presença do ruído nos ambientes de trabalho, que por vezes também é denominado de ruído ocupacional.

Tal ruído possui uma série de características, como a fonte geradora, frequência e principalmente a sua intensidade ou Nível de Pressão Sonora, que é usualmente representado na escala de Decibéis (dB). Tais níveis possuem, segundo uma série de legislações e normativas, limites máximos aos quais os trabalhadores podem estar expostos, durante determinado período da jornada de trabalho. Logo, para que possa aferir a quais níveis os trabalhadores estão expostos há a necessidade de se fazer uma avaliação quantitativa, utilizando-se de aparelhos que realizem tais aferições como Dosímetros de Ruído e Medidores de Pressão Sonora, comumente chamados de Decibelímetros. Além disso é necessário adotar metodologias existentes que venham a representar a realidade da exposição.

Por vezes tal aferição ou Avaliação de Ruído Ocupacional é feita pelas próprias empresas a qual o trabalhador pertence. Porém em alguns casos isto não ocorre, e a avaliação ocorre por meio de uma intervenção judicial, caracterizando-se então a Perícia Judicial. Na realização da mesma, o Perito deve estar atento às metodologias a serem adotadas e também aos Limites de Tolerância para determinados Níveis de Pressão Sonora.

No Brasil a metodologia de avaliação de ruído recomendada, principalmente em realizações de Perícias Judiciais, é dada pela Fundacentro através da Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO01), que estabelece uma série de critérios de medição e amostragem. Porém tal metodologia deve obedecer aos Limites de Tolerância fixados na Norma Regulamentadora NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego, em seus anexos 1 e 2. Se tais limites forem ultrapassados e medidas de controle não puderem ser adotadas, o trabalho, ou função em questão, seria chamado de Insalubre.

Porém tais metodologias e Limites de Tolerância mostram-se por vezes falhos em relação à real representação do perfil de exposição ao ruído ocupacional de determinados trabalhadores, que possuem atividades intermitentes durante a sua semana de trabalho. A utilização da metodologia da NHO01 da Fundacentro mostra-se a mais adequada atualmente apenas pela possibilidade que a mesma abre de extrapolar os valores de uma medição de pequenas partes da jornada de trabalho, para jornadas de 44 horas semanais, o que conseqüentemente possui um custo menos elevado na realização da Perícia Judicial. Podendo então o tempo despendido pelo Perito tornar-se compatível com o baixo valor pago atualmente pelas Esferas Judiciais para a realização deste tipo de Perícia.

Frente a isto faz-se necessário em casos de intermitência de exposição, durante a jornada semanal de trabalho, a adoção de outra metodologia, que possua melhor representação das reais condições de exposição ao ruído. Uma das alternativas pode ser encontrada no proposto pela Conferência Americana de Higienistas Industriais (ACGIH, 2011), também chamada de Método da Dose Semanal de Ruído, que analisa durante um período de sete dias de trabalho, durante toda a jornada dos respectivos dias, a exposição do trabalhador ao ruído, criando assim um perfil de exposição muito mais confiável para se determinar a Salubridade ou não de um trabalho.

Neste trabalho foram analisados dois postos de trabalho diferentes em uma Molduraria e Serralheria, sendo que o primeiro trabalhador analisado foi um Moldureiro e o segundo, um Serralheiro. Foram realizadas medições das Doses de Ruído a que os mesmos estavam expostos, utilizando-se de um Dosímetro DOS-500, com certificado de calibração em anexo, durante dezesseis dias consecutivos, nos dois trabalhadores, sendo que quatorze dias durante a jornada completa de oito horas de trabalho, afim de atender o proposto pela metodologia da ACGIH (2011), e dois dias durante 75% da jornada de trabalho, afim de atender o proposto pela NHO01 da Fundacentro e a NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Após tabulados os dados obtidos por ambas as metodologias, os mesmos foram comparados e detectadas as diferenças entre os mesmos. Tais diferenças mostraram-se significativas no resultado final de avaliação quanto a Salubridade do Trabalho, demonstrando que a utilização de uma metodologia alternativa por mais dispendiosas que seja, consegue fazer uma melhor representação de perfis de exposição ao ruído, evitando-se assim problemas para a saúde do trabalhador.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O Objetivo geral deste trabalho foi analisar se dois colaboradores de uma Molduraria e Serralheria estariam, referente ao Agente Físico Ruído, sob condições de Insalubridade se realizadas as medições pelo Método da Dose Semanal proposto pela Conferência Americana de Higienistas Industriais e não somente do proposto pela Norma Regulamentadora NR-15, do Ministério do Trabalho e Emprego.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta monografia são:

- Realizar a Dosimetria de Ruído em dois trabalhadores de uma Serralheria e Molduraria, cada qual com funções e postos de trabalho diferentes;
- Fazer uma análise de Dosimetria de Ruído segundo os critérios propostos pelo Anexo 1 da Norma Regulamentadora NR-15, orientados pelas recomendações da Norma de Higiene Ocupacional NHO01, e em paralelo, uma análise de Dosimetria de Ruído segundo os critérios propostos pelo Método da Dose Semanal da ACGIH (2011);
- Comparar os dados obtidos e demonstrar as diferenças dos resultados;
- Concluir se a utilização de um método alternativo pode, ao contrário da metodologia usualmente utilizada, identificar a condição de Insalubridade para os trabalhadores em questão;
- Propor soluções para os trabalhadores os quais forem detectados a condição de Insalubridade, sendo assim extinguindo-a.

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

Em diversas atividades econômicas temos a presença do agente físico ruído. Tal agente pode se mostrar muito danoso para o trabalhador, logo, uma avaliação precisa de sua intensidade e tempo de exposição do trabalhador é necessária. Atualmente no Brasil utiliza-se, via de regra, como metodologia de avaliação de ruído o proposto pela Norma de Higiene



Ocupacional NHO01, da Fundacentro, adotando como Limites de Tolerância os dados pela Norma Regulamentadora NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego. Porém esta metodologia nem sempre quando aplicada condiz com a realidade de exposição de um trabalhador.

Alguns trabalhadores, que durante sua jornada semanal de trabalho, são expostos a diferentes fontes de ruído, com diferentes intensidades, devem ser abordados ou avaliados também de forma diferenciada. Com relação a estes profissionais, seria mais representativo a utilização do Método da Dose Semanal de Ruído, proposto pela ACGIH (2011). Tal método propõe que sejam realizadas medições durante sete dias de trabalho e também durante toda a jornada. Sendo assim este método proporciona uma perspectiva mais realista do que acontece com tais trabalhadores.

A legislação brasileira permite a utilização de Normas Internacionais quando no país forem inexistentes ou não aplicáveis. Sendo assim, o Método da Dose de Ruído Semanal possui uma justificativa legal para seu uso, porém é pouco utilizado e isto se dá principalmente pelo custo elevado e tempo necessário para sua realização se comparado ao proposto pela NHO01.

Neste trabalho foram realizadas duas séries de medições, em trabalhadores distintos, através do método proposto pela ACGIH (2011), sendo assim, mostra-se com um parâmetro de avaliação para diversas empresas e profissionais de Segurança do Trabalho, que usualmente não utilizam tal método, devido aos empecilhos já comentados.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco partes, sendo a primeira relacionada aos Objetivos e Justificativas do mesmo. A segunda parte é a Revisão Bibliográfica com os assuntos pertinentes ao objeto de estudo deste trabalho. A Terceira parte é a Caracterização do Local de Estudo, onde são apresentadas as fotos do local, além de aparelhos utilizados pelos trabalhadores em suas atividades diárias. A Quarta parte é a Apresentação dos Resultados, onde se encontram as análises comparativas dos dados obtidos pelas avaliações de ambas as metodologias propostas, bem como a detecção ou não da Insalubridade e suas possíveis medidas de mitigação. Por fim a Quinta parte é a conclusão onde são feitas as considerações finais sobre o trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O TRABALHO E A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Desde os seus primórdios, a humanidade busca maneiras de se diferenciar e de se adaptar ao meio em que vive. Antigamente sua característica era o nomadismo, onde não se buscava nenhum tipo de melhoria para a sobrevivência e vivia-se temporariamente em um local, até que no mesmo não houvesse mais comida, então, o deslocamento em busca de alimento era necessário.

Segundo Knapik (2004), acredita-se que por volta de 10.000 a.C. o Homem começou a domesticar animais, cultivar plantas e a utilizar a escrita, mesmo que de forma primitiva, levando-o assim ao que chamamos de sedentarização ou a permanência em um local fixo. Especula-se que assim surgiram às primeiras civilizações organizadas e conseqüentemente as primeiras relações de trabalho. Porém tais relações segundo Knapik (2004) não eram abordadas como hoje o fazemos, de fato, o autor explica que a palavra trabalho deriva de *tripalium* (latim), que era um instrumento de tortura utilizado pelos romanos para forçarem os escravos a trabalhar, escravos estes que geravam os excessos de produção e a conseqüente riqueza para seus donos.

Segundo Schumpeter (1961), o que determina-se hoje por trabalho é fruto do modo de produção que se iniciou na Europa após o fim da Idade Média (476-1453 d.C.): o Capitalismo. Este modo de produção visava o lucro através do trabalho assalariado e da geração da “mais-valia”. Este termo, ou “(grau de exploração) é definida como a razão entre a mais-valia e o capital variável (salário).” (SCHUMPETER, 1961, p.49). Ou seja, no capitalismo, o lucro que os proprietários obtêm vem através do pagamento parcial pelo trabalho que empregado gerou, onde o mesmo produzia certo valor e recebia apenas parte do valor real do produto.

Tal sistema de produção caracterizou-se pela introdução das indústrias e benfeitorias. Outra característica marcante foi à falta de preocupação com a saúde e a segurança do trabalhador neste período inicial do Capitalismo e das indústrias. Os trabalhadores estavam sujeitos a condições precárias de trabalho, com alta exigência de produção, altas jornadas e baixas condições para a realização do mesmo. Tais características são visivelmente notadas e abordadas no filme Tempos Modernos (1936), de Charles Chaplin. Este filme retrata o Taylorismo e o Fordismo, modelos de produção baseados na divisão do trabalho, onde cada

operário era responsável por uma parte do processo, executando tarefas repetitivas e exaustivas, e não tinha conhecimento de todo o mesmo.

Por ironia, foi a partir do Taylorismo, método de produção que visava à eficácia e eficiência operacional industrial, criado pelo Engenheiro Mecânico Frederick Winslow Taylor, que se deram os primeiros passos rumo à melhoria nas condições de trabalho. Segundo Silva et al. (2009) Taylor ao sistematizar o conceito de produtividade percebeu a necessidade de se descobrir de maneira científica e exata qual a velocidade máxima que determinado trabalho poderia ser executado. Como consequência deste processo científico de análise é que aparecem as primeiras intervenções nos postos de trabalho com caráter ergonômico, ou seja, Taylor, em seus estudos, percebeu que se fossem alterados os postos de trabalho ou a maneira com a qual o empregado se posicionava ou executava tal atividade, haveria um aumento de produção.

Neste período de mudanças profundas nos modos de produção, ainda segundo Silva et al. (2009) teve início a chamada corrente humanista ou comportamental, e teve como impulso inicial o levante das classes trabalhadoras por melhorias nas condições de trabalho, formando até comissões que tinham como objetivo defender e proteger a classe trabalhadora, que até então carecia de direitos trabalhistas. Como consequência destes processos de mudanças hoje as organizações encontraram outros métodos produtivos, onde a participação do empregado é importante, através de seus conhecimentos, habilidades e capacidades que trazem benefícios para as próprias organizações.

No Brasil podemos dizer que o início das preocupações com a Segurança do Trabalho, segundo Gavena et al. (2002) se deram com os primórdios da Industrialização nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro no início dos anos 1880. Deste período até 1923 os acidentes eram constantes e não havia instrumentos públicos que garantissem a segurança aos trabalhadores, foi somente no referido ano que foi criada a Inspetoria de Higiene Industrial e Profissional junto ao Departamento Nacional de Saúde do Ministério do Interior e Justiça.

O próximo grande marco relativo à segurança do trabalho deve-se ao presidente Getúlio Vargas, durante o seu mandato foram criadas as primeiras Leis Trabalhistas e a mais significativa delas foi criada através do Decreto-Lei nº 5.452 de 1 de Maio de 1943 ou a chamada Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), que possui todo o seu Capítulo V dedicado a Higiene e Segurança do Trabalho.

Contudo tal legislação não era suficiente para realmente alterar as estatísticas de acidente que haviam no período, logo, o Brasil procurou se adequar ainda mais visando reduzir os problemas relacionados a acidente do trabalho. Ainda segundo Gavena et al. (2002)

o país, que era signatário da Organização Internacional do Trabalho (OIT), organização multilateral ligada a Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 1972 veio a obedecer às regras propostas pela mesma em 1959. A partir desta data tornou-se obrigatório a existência de Serviços de Segurança e Medicina do Trabalho nas empresas, de acordo com o grau de risco em que as mesmas se enquadravam e o número de empregados que possuíam.

Ainda segundo o autor, o número de acidentes do trabalho no país ainda era alarmante e então outras formas de controle eram necessárias. Em 1972 foi criado o Plano Nacional de Valorização do trabalhador. Já em 1977 novas legislações alteraram o Capítulo V da CLT, como consequência disto, em 1978 através da Portaria 3214 de 8 de Junho de 1978 o Ministério do Trabalho e Emprego lança vinte e oito Normas Regulamentadoras ou o que chamamos hoje de NRs.

As Normas Regulamentadoras são ferramentas indispensáveis para os profissionais ligados a Segurança do Trabalho. Elas regulamentam e fornecem informações de procedimentos obrigatórios relacionados à Segurança e Medicina do Trabalho no Brasil, e todas as empresas brasileiras que forem regidas, ou que possuam empregados pelo regime de contratação da Consolidação das Leis do Trabalho devem obrigatoriamente obedecê-las. Atualmente as mesmas somam um total de trinta cinco, abordando uma série de assuntos e atividades estabelecendo parâmetros para a Segurança do Trabalho.

Por mais que as NRs sejam consideradas como a legislação básica para assuntos relacionados à Segurança do Trabalho no Brasil, elas não são as únicas. Uma série de Decretos, Portarias e Leis, além de Normas Internacionais que devem ser utilizadas na ausência de nacionais são de extrema importância para que se possa fazer um gerenciamento correto de Segurança do Trabalho. Dentre tais se destacam as chamadas Instruções Normativas, relacionadas ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS). Tal órgão que é vinculado ao Ministério da Previdência Social, deve sempre ser considerado nas questões trabalhistas, possui legislações próprias, representadas muitas vezes pelas chamadas Instrução Normativa (IN), e que em certos casos possuem diferentes parâmetros dos propostos pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. Isto é fundamental, pois é o INSS que paga ou fornece os benefícios previdenciários a qual os trabalhadores tem direito, na maioria dos casos após o fim de sua vida laboral.

Atualmente o cenário da Engenharia de Segurança do Trabalho no Brasil e no mundo mostra-se promissor. Com certeza houve grande evolução em relação aos primórdios da Industrialização mundial e a tendência é que o pensamento prevencionista se intensifique cada vez mais, frente aos custos que temos relativos a acidentes de trabalho. Para se ter uma idéia

segundo o Jornal do Brasil (2011) os custos dos acidentes do trabalho giram em torno de R\$ 70 bilhões por ano, o que equivale a 9% da folha salarial dos trabalhadores do setor formal, que atinge R\$ 800 bilhões por ano. Este valor é extremamente alto para as empresas e para os cofres públicos, logo, a tendência é que se busque a cada dia maneiras mais eficientes de gerir as questões de Segurança e Medicina do Trabalho, para que assim tais números alarmantes sejam drasticamente reduzidos.

## 2.2 OS AGENTES E OS RISCOS AMBIENTAIS

Durante os estudos e procedimentos relativos à Segurança do Trabalho depara-se frequentemente com o termo “Agentes Ambientais”, os mesmos também são muitas vezes chamados de “Riscos Ambientais”. Tais termos podem ser definidos como os fatores que desencadeiam doenças do trabalho, podendo ser classificados de acordo com sua natureza e também quanto à forma que atuam sobre o organismo humano.

Na realidade o risco em si pode ser definido como “uma condição ou mudança de um conjunto de circunstâncias, que apresentam um determinado potencial para a existência de danos, doença ou prejuízo de um estabelecimento.” (TORREIRA, 1997, p.62).

Segundo o Serviço Nacional da Indústria (2007) os agentes ambientais usualmente considerados na higiene ocupacional são os chamados agentes Químicos, Físicos e Biológicos, os mesmos também são considerados para os estudos da Engenharia de Segurança do Trabalho.

A definição mais usual adotada pelos profissionais relacionados à segurança do trabalho é fornecida pela Norma Regulamentadora NR-9 em seu Item 9.1.5, onde

Para efeito desta NR consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. (BRASIL, 2011b, Item 9.1.5)

Em todos os ambientes de trabalho haverá a exposição a tais agentes, independente da atividade econômica. Porém os mesmos só representam riscos, como cita a própria NR, dependendo de sua intensidade e tempo de exposição.

Fica clara a separação dos agentes em três principais grupos, isto se dá pelas grandes diferenças que os mesmos possuem entre si e a forma de ação ou danos possíveis que podem vir a gerar no corpo humano.

### 2.2.1 Agentes Físicos

Agentes físicos podem ser definidos como “formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infra-som e ultra-som” (BRASIL, 2011b, Item 9.1.5.1).

Tais agentes possuem certas características específicas. Por se tratarem de formas de energia necessitam de um meio de transmissão, que na maioria dos casos é o ar ou o contato com direto com a fonte geradora. Estes agentes estão presentes em nossas atividades diárias, porém muitas vezes passam despercebidos por olhos destreinados, os exemplos são muitos. As radiações ionizantes podem ser representadas pelo Raio-X, a não ionizante pelos raios Ultravioletas emitidos pelo Sol, já as vibrações podem ser facilmente percebidas quando utilizamos nossas máquinas de lavar roupa. As pressões podem ser sentidas por nós quando mergulhamos em uma piscina, enquanto podemos considerar como ruído a buzina desagradável de algum automóvel.

Segundo a ACGIH (2011), a determinação se um destes agentes fará mal o não para determinada pessoa é muito específica, frente à suscetibilidade individual de cada um.

### 2.2.2 Agentes Químicos

Agentes químicos podem ser definidos pela NR-9 como

As substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão. (BRASIL, 2011b, Item 9.1.5.2).

Assim como os agentes físicos, os mesmos também estão presentes em nosso dia-dia não só na realização de atividades laborais, mas também em atividades rotineiras. Podemos citar, por exemplo, a descarga de veículos automotores e os produtos químicos utilizados na limpeza de nossos lares.

As substâncias químicas, que quando causam danos ao trabalhador em seu exercício laboral passam a ser chamadas de agentes químicos, são muitas e possuem efeitos muito variados quando em contato com o corpo humano, e conseqüentemente os danos que cada uma pode causar também são de enorme variação. Para se ter uma idéia da enormidade de substâncias químicas que podem ser prejudiciais, segundo o Ministério da Saúde, apenas um

único cigarro pode conter mais de quatro mil e setecentas substâncias tóxicas prejudiciais a saúde. Se consideradas todas as substâncias a quais estamos expostos diariamente, este número é com certeza muito maior.

### 2.2.3 Agentes Biológicos

Assim como os outros agentes, a definição de agentes biológicos também nos é fornecida pela NR-9: “Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros” (BRASIL, 2011b, Item 9.1.5.3).

Tais agentes também estão presentes em nosso dia-dia e são conhecidos por causarem doenças que afetam o homem. A lista das mesmas é imensa, podemos citar a AIDS, Esquistossomose, Cólera, Hepatites, Tuberculose, Gripes, Infecções em geral, doenças reumáticas, entre outras tantas.

Quanto a estes, destacam-se os profissionais da área de saúde. São um grupo de maior risco a tais agentes visto que possuem contato ou grandes chances de contato com pacientes que possam possuir tais agentes e em muitos casos transmiti-los.

## 2.3 O SOM E O RUIDO

O Homem em suas atividades diárias é bombardeado constantemente por diferentes sons. As fontes são inúmeras e variam entre os carros, a voz das pessoas, o ato de digitar, entre tantas outras incontáveis fontes sonoras. Mas afinal o que é o som?

De acordo com Saliba (2011)

O som é originado por uma vibração mecânica (cordas de um violão, membrana de um tamborim, dentre outros) que se propaga no ar e atinge o ouvido. Quando essa vibração estimula o aparelho auditivo, ela é chamada de vibração sonora. Assim, o som é definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas. (SALIBA, 2011, p.13)

A ABNT (1959) define que o som é toda e qualquer vibração ou onda mecânica em um meio elástico dentro da faixa de audiodiferença. Com relação a esta faixa de audiodiferença ou faixa audível Saliba (2011) afirma que para uma vibração ser considerada como som a sua frequência deve se situar entre 16Hz e 20.000Hz, onde o que estiver abaixo de 16Hz é o chamado de infra-som e acima de 20.000Hz é chamado de ultra-som.

O referido autor ainda cita outra condição que tem que ser atendida por uma vibração para ser considerada como som, dizendo que a variação de pressão deve possuir um valor mínimo para atingir o limiar de audibilidade, ou a mínima intensidade audível. O autor afirma que em pesquisas realizadas foi descoberto que este limiar é de  $0,00002\text{N/m}^2$ . Na mesma pesquisa foi descoberto que quando uma pessoa está exposta a uma pressão sonora que atinge  $200\text{N/m}^2$  ela começa a sentir o ouvido, isto ficou conhecido como limiar da dor.

Quanto ao ruído, pode-se dizer que o mesmo é uma consequência desagradável do som. Para Saliba (2011) para as questões de Higiene do Trabalho, costuma-se denominar barulho todo o som que é indesejável. Também segundo o autor, do ponto de vista físico não há diferença entre som, ruído e barulho, ou seja, estes não são novas formas de vibrações mecânicas ou formas de ondas, e sim meras interpretações subjetivas e desagradáveis do som.

Desta forma, o autor demonstra que na realidade a questão do que é ruído, é variável de pessoa para pessoa. Por exemplo, uma banda de rock tocando pode ser considerado música para os ouvidos de uma pessoa e ao mesmo tempo considerada um ruído, algo desnecessário e incômodo, para outra pessoa.

Ainda com relação ao ruído, pode-se classificá-lo de duas formas: contínuo ou intermitente e de impacto. Segundo Iida (2005) o ruído contínuo é aquele que não é interrompido com o tempo, ou que segue uma regularidade, já por outro lado, a Norma Regulamentadora NR-15 define que o ruído de impacto é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo e intervalos superiores a 1 (um) segundo. Geralmente possuem valores altos, entre 110 dB e 135 dB.

Nas questões relativas ao trabalho o termo ruído é mais comum, e geralmente o mesmo é associado aos processos e equipamentos que os trabalhadores utilizam e realizam durante suas atividades laborais. Nestes casos vários são os exemplos, como o som produzido por uma furadeira, um compressor em funcionamento, uma máquina de embalagens, prensas hidráulicas, veículos se locomovendo, batidas de martelos, serra circulares em funcionamento, entre tantas outras. Estes sons são com certeza desagradáveis aos ouvidos de qualquer pessoa, sendo assim podem se caracterizados, rotineiramente, como ruídos.

O corpo humano reage diferentemente aos estímulos provocados pelos sons. Isto se deve devido a alguns fatores, dentre os quais se destacam a intensidade ou quantidade de som e a frequência do mesmo. Tons mais graves necessitam de mais energia para serem ouvidos do que sons agudos por exemplo, “portanto a audição humana não tem sensação igual em todas as frequências” (SALIBA, 2011, p.21).



### 2.3.1 O Decibel

Atualmente o decibel (dB) é a unidade padrão utilizada para realizar uma quantificação de pressões sonoras. O decibel (dB) corresponde a um décimo de bel (B), que nada mais é do que uma unidade de medida de razões.

A enorme variação de pressão da faixa audível, ou seja, de  $0,00002\text{N/m}^2$  a  $200\text{N/m}^2$  mostra-se um tanto complicada para que sejam feitas aferições precisas quando há a necessidade de quantificar pressões sonoras, “desse modo, o uso de uma escala linear para quantificar a variação dessa pressão é inviável. Nesse caso, a solução para medir esta grande variação da faixa audível,  $10^7$  vezes, é a escala logarítmica.” (SALIBA, 2011, p.14). E isto seria o decibel (dB).

De fato, segundo o autor, convencionou-se que o valor correspondente ao limiar de audibilidade, de  $0,00002\text{N/m}^2$ , seria 0 (zero) dB e o valor correspondente ao limiar da dor, de  $200\text{N/m}^2$  seria 140 (cento e quarenta) dB.

O autor ainda salienta e demonstra através de exemplos a importância que a função logarítmica possui nos casos de aferição de pressão sonora. Segundo o mesmo, “enquanto na escala linear há variação de 10 a 1.000 vezes, na logarítmica a variação é de apenas 3 unidades”(SALIBA, 2011, p.14). Portanto, no estudo do ruído é comum que se utilizem as funções logarítmicas.

Saliba (2011) ainda explana sobre a chamada Lei Weber-Fechner. Segundo os estudos de Weber a relação entre o estímulo e a sensação ou percepção é logarítmica, e para o som isto não é diferente, ou seja, o aumento da sensação é proporcional ao logaritmo do estímulo.

O Quadro 1 demonstra tal relação entre a pressão sonora em  $\text{N/m}^2$  e o nível de pressão sonora medido em dB, além de dar exemplos de alguns geradores de tais níveis.

Saliba (2011) salienta que pela tabela apresentada nota-se que o acréscimo de 6 dB no nível de pressão sonora dobra a pressão ou tem-se o dobro de energia.

Nível de Pressão sonora em dB	Pressão sonora em N/m <sup>2</sup>	Exemplos de fontes
0	0,00002	— Limiar audibilidade - sussurro
6	0,00004	— Deserto ou região polar (sem vento)
12	0,00008	
18	0,00016	— Movimento de folhagem
24	0,00032	— Estúdio de rádio e TV
		— Quarto de dormir
30	0,00063	— Teatro vazio
42	0,00251	— Sala de aula
48	0,00501	— Restaurante tranquilo
		— Escritório com barulho médio
60	0,01995	— Rádio com volume médio
66	0,03981	— Rua com barulho médio
72	0,07943	— Pessoa falando a um metro
78	0,15849	— Escritório barulhento
		— Dentro da cabine de um caminhão com vidros abertos
84	0,31623	
90	0,63096	— Banda ou orquestra sinfônica
96	1,25893	— Indústria barulhenta
100	1,99526	— Sala de compressores
110	6,30957	— Próximo a um britador
120	19,95262	— Avião a pista a três metros — limiar da dor
140	199,52623	— Avião a jato a um metro — perigo de ruptura do tímpano

Quadro 1 – Pressão Correspondente ao Nível de Pressão Sonora e Possíveis Fontes Geradoras

Fonte: Bistafa (2006) apud Saliba (2011, p.17)

## 2.4 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUIDO

Conforme já mencionado anteriormente o termo ruído é relacionado de forma muito estreita as questões que envolvem a Higiene Ocupacional e a Engenharia de Segurança do Trabalho. De fato, o mesmo pode ser um problema grave para os trabalhadores das mais diversas funções, principalmente no que concerne a doenças adquiridas devido a longas exposições a determinados ruídos. Além disso, o ruído também pode ser abordado nas questões relativas à ergonomia, visto que o mesmo pode não só vir a causar doenças ocupacionais como também ser um incômodo, um desconforto, para os trabalhadores a ele expostos.

Logo, surge a necessidade de avaliar a exposição dos trabalhadores a este ruído, para que assim possam haver proposições de soluções para resolver o problema. Para realizar tais avaliações existe uma série de aparelhos e metodologias que devem ser seguidas, os quais serão abordados na sequência.

#### 2.4.1 Dose de Exposição ao Ruído e Limites de Tolerância

Dose, segundo a Norma de Higiene Ocupacional NHO01 da Fundacentro, pode ser definida como o

Parâmetro utilizado para caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo por referência o valor máximo de energia sonora diária admitida, definida com base em parâmetros preestabelecidos. (FUNDACENTRO, Norma de Higiene Ocupacional NHO01).

Outro termo que mostra-se importante é o chamado Critério de referência (CR), sendo definido como o “nível médio para o qual a exposição, por um período de 8 horas corresponderá a uma dose de 100%” (FUNDACENTRO, Norma de Higiene Ocupacional NHO01, Item 4).

O conceito de dose está intimamente ligado com os de Limites de Tolerância ou Threshold Limit Values (TLV's®), de fato, os mesmos remetem ao definidos pela NHO01 como parâmetros preestabelecidos. Segundo o Item 15.1.5 da NR-15

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 (BRASIL, 2011d, Item 15.1.5).

Já a para a ACGIH (2011, apud. Saliba, 2011 p.43) os limites de exposição ao ruído referem-se aos níveis de pressão sonora e aos tempos de exposição que representam as condições sob as quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta repetidamente, sem sofrer efeitos adversos a sua saúde. Os Limites de Tolerância são em suma a relação entre o tempo de exposição, em horas, e o nível de ruído, em decibels, ao qual o trabalhador está exposto.

De fato a NR-15 e a ACGIH (2011) são as principais Normas base quanto ao estabelecimento de Limites de Tolerância e as mesma possuem significativas diferenças em suas definições e no próprio valor de tais limites. No Brasil a legislação vigente das Normas Regulamentadoras, via de regra, nos obriga a usar os limites de tolerância e critérios de dose adotados pela NR-15. Os limites de tolerância estabelecidos no anexo 1 da NR-15 são os seguintes:

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

Quadro 2 – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente

Fonte: BRASIL, 2011d, Anexo 1

Porém as Normas Regulamentadoras abrem a possibilidade de utilizar Normas Internacionais em certos casos ou avaliações, e para tal, a principal alternativa são os propostos pela ACGIH (2011). Inclusive, os atuais limites de tolerância que são dados na NR-15 são oriundos do proposto pela ACGIH no ano de 1978, e esta desatualização não é bem vista por muitos profissionais. Os Limites de Tolerância propostos pela ACGIH (2011) possuem algumas características que os tornam mais favoráveis do que os propostos pela NR-15, principalmente no que se refere ao quesito atualização e restrição dos Limites de Tolerância. Os mesmo são revistos anualmente e se detectados através de estudos, a necessidade de mudança nos valores, os mesmo serão alterados. Fato este que não ocorre com o proposto pela NR-15, que usa dados defasados de 1978. Para a ACGIH (2011) os Limites de tolerância são os seguintes:

	<b>Duração Diária</b>	<b>Nível de Ruído db(A) <sup>B</sup></b>
Horas	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
	Minutos	30
15		100
7,50 <sup>C</sup>		103
3,75 <sup>C</sup>		106
1,88 <sup>C</sup>		109
0,94 <sup>C</sup>		112
Segundos <sup>C</sup>		28,12
	14,06	118
	7,03	121
	3,52	124
	1,76	127
	0,88	130
	0,44	133
	0,22	136
	0,11	139

<sup>A</sup>Não é permitida nenhuma exposição a ruído contínuo, intermitente ou de impacto acima do valor de pico de 140 dB(C).

<sup>B</sup>Os níveis de pressão sonora em decibels são medidos com medidores de níveis de pressão sonora, atendendo os requisitos mínimos estabelecidos pela American National Standards Institute Specification for Sound Level Meters, S1.4 (1983)(2) Tipo S2A, e ajustado para operar no circuito de compensação A e circuito de resposta lenta (SLOW).

<sup>C</sup>Limitado pela fonte de ruído – Não por controle administrativo. É também recomendado o uso de um dosímetro ou medidor integrado de nível de pressão sonora para níveis acima de 120 dB.

### Quadro 3 – Limites de Exposição (TLV's®) para Ruído<sup>A</sup>

Fonte: ACGIH (2011)

Vale ressaltar que ambas as normas possuem um importante diferencial, o chamado Incremento de Duplicação da Dose, definido pela NHO01 como “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” (FUNDACENTRO, NHO01, Item 4). Ou seja, conforme apresentado nos Quadros 2 e Tabela 3, nota-se que há diferença neste Incremento de Duplicação da Dose. Para a NR-15 este incremento é 5 dB(A), ou seja, um trabalhador exposto a 85 dB (A) poderá trabalhar 8 horas e sua Dose será 100%, porém se o mesmo for exposto durante sua jornada de trabalho a 90 dB (A) , por exemplo, o mesmo poderá trabalhar apenas 4 horas, e sua Dose também equivalerá a 100%, ou o máximo permissível, se o trabalhador realizar esta atividade durante 8 horas a dose será 200% ou o dobro do permitido. A ACGIH (2011) também leva em consideração esses fatores, porém

com valores diferentes, no caso desta norma o fator de duplicação é 3 dB (A) e não 5 dB (A) proposto pela NR-15, logo, torna-se mais restritivo do que a Norma nacional.

Outro termo importante dentro deste conceito é o chamado Nível de Ação. Tal nível é abordado no Item 9.3.6 da Norma Regulamentadora NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, e é definido como o “valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição.” (BRASIL, 2011b, Item 9.3.6.1). Ainda segundo a referida Norma, para o agente físico Ruído, tal nível equivale a 50% da Dose, ou seja, devido ao fator de duplicação da dose igual a 5 dB(A) esta intervenção se dá a partir da detecção de Níveis Equivalentes de Ruído de 80 dB(A). Já para a ACGIH (2011), devido a seu fator de duplicação da Dose de 3 dB(A) este nível de ação se dá a partir de 82 dB(A).

#### 2.4.2 Equipamentos de Medição de Ruído

Segundo Saliba (2011) o ouvido humano reage de forma diferente quando exposto a diferentes frequências, desse modo viu-se a necessidade de se construir aparelhos de medição, ou instrumentos, que simulassem a resposta do ouvido quando estimulado por diferentes frequências. É neste conceito que entram as chamadas curvas de compensação, que nada mais são do que padrões adotados internacionalmente, que simulam a resposta do ouvido humano a determinadas frequências. Tais curvas são demonstradas na Figura 1.

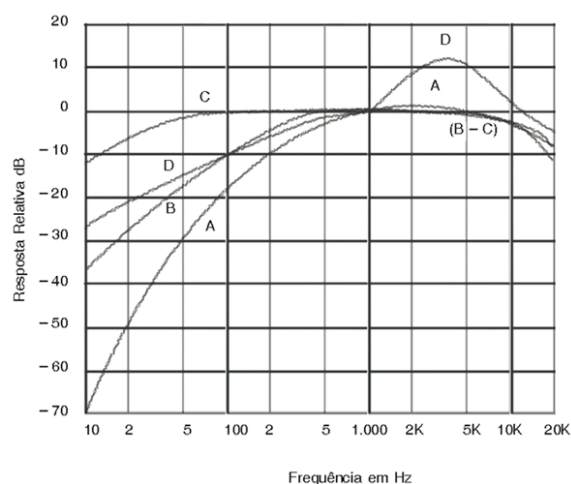


Figura 1 – Curvas de Compensação Padronizadas

Fonte: Saliba (2011, p.24)

Segundo Saliba (2011, p. 24) as curvas que hoje utilizamos são a “A”, “B”, “C”, “D”. O autor cita o exemplo de que um som com 100 dB emitido em uma frequência de 50 Hz responde ou dará leituras diferentes dependendo da curva que for escolhida:

Curva “A” – 70 dB

Curva “B” – 88 dB

Curva “C” – 99 dB

Curva “D” – 88dB

Cada curva possui uma característica específica, a curva “A”, por exemplo, é mais indicada para as medições de ruído contínuo e intermitente devido a sua aproximação de resposta com o ouvido humano, enquanto por outro lado, a curva “C” deverá ser usada para medições de níveis sonoros mais altos.

Os equipamentos atuais possuem tais ajustes, geralmente em relação às curvas “A” e “C”, sendo assim fornecem uma resposta confiável de medição. Dentre tais aparelhos de medição se destacam os Decibelímetros e os Dosímetros de Ruído.

Os Decibelímetros, ou sonômetros, são equipamentos utilizados para medir o Nível de Pressão Sonora (NPS) instantâneo. Tal equipamento possui diversos modelos, um dos comumente utilizado pelos profissionais é demonstrado na Figura 2.



Figura 2 – Decibelímetro - Medidor de Nível de Pressão Sonora Digital DEC-460

Fonte: INSTRUTHERM, 2012

Os Decibelímetros possuem geralmente as curvas de calibração “A” e “C” porém alguns modelos possuem todas as curvas. Dependendo de sua precisão podem ser classificados como tipo 1, 2 ou 3. Tal equipamento possui certas limitações para as avaliações ocupacionais de ruído devido ao fato de o mesmo fornecer apenas informações pontuais do que está acontecendo, ou seja, tal aparelho não registra as diferentes medições aferidas em um determinado período de tempo, o que é fundamental para análises de exposição ao ruído nas jornadas de trabalho.

Para sanar tal necessidade de caracterização de exposição utilizam-se os chamados Audiodosímetros ou os comumente chamados de Dosímetros de Ruído. Segundo Saliba (2011) esta importância se dá, pois através deste instrumento podemos obter a dose de ruído, ou efeito combinado além do nível equivalente de ruído ( $L_{eq}$ ). O Dosímetro apresentado na Figura 3 é um modelo muito utilizado no Brasil, porém há vários modelos disponíveis no mercado, com faixa de preços, qualidades e funções bem diferenciadas.



Figura 3 – Dosímetro de Ruído Digital Portátil DOS-500

Fonte: INSTRUTHERM, 2012

Vale ressaltar que o Dosímetro permite, diferentemente do Decibelímetro, a impressão de dados como histogramas das variações dos níveis de ruído em intervalos de tempos pré-fixados durante a jornada de trabalho.

Ambos os aparelhos precisam estar calibrados, e tal calibração geralmente é feita com o chamado calibrador acústico. Os aparelhos geralmente quando são comprados já possuem o certificado de calibração do fornecedor, ou por empresas especializadas, e o mesmo tem



validade de um ano. Tal certificado deve sempre estar em dia quando realizamos as medições de ruído, pois um aparelho não calibrado pode estar fornecendo dados falsos de medições, ou que não condizem com a realidade.

#### 2.4.3 Metodologias de Avaliação de Ruído

Várias são as metodologias utilizadas na medição de ruídos. Dentre elas se destaca o proposto pelo Item 6 da NHO01. Tal norma trás critérios básicos que devem ser seguido pelo profissional de Segurança do Trabalho na execução de uma avaliação de ruído ocupacional. Segundo a mesma, o principal ponto que deve ser seguido é que a avaliação em si possa caracterizar realmente qual a exposição dos trabalhadores ao ruído.

Quanto ao conjunto de medições que deverão ser feitas, a NHO01 não estabelece números, de fato, no seu Item 6.1 ela nos traz o seguinte:

O conjunto das medições deve ser representativo das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores objeto de estudo (...) Para que as medições sejam representativas da exposição de toda a jornada de trabalho é importante que o período de amostragem seja adequadamente escolhido. (FUNDACENTRO, Norma de Higiene Ocupacional NHO01, item 6.1.)

A referida Norma ainda diz que para diferentes rotinas na jornada de trabalho, as diferentes exposições devem ser avaliadas separadamente e computadas ao final com a contribuição na dose diária. Ainda segundo a norma, caso a amostragem, ou a técnica de amostragem de medições não for confiável, deverá ser feita uma avaliação ocupacional ao ruído englobando toda a jornada de trabalho do trabalhador exposto.

A NHO01 salienta que a utilização de um Dosímetro de ruído é o melhor meio para proceder à avaliação da dose de ruído. Em seu Item 6, Procedimentos de Avaliação, a Norma trás algumas regras básicas que devem ser obedecidas nas avaliações, principalmente quanto a configuração do aparelho. Segundo a mesma, para a avaliação de ruídos contínuos o aparelho deve ser configurado em 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 de integração de 80 dB(A) e a indicação de ruídos acima de 115 dB(A). Estes mesmo parâmetros são propostos pela NR-15 e pela ACGIH (2011), o único parâmetro que será alterado entre uma das normas escolhidas é o fator de duplicação da dose, que na NR-15 é 5 dB(A), diferentemente dos 3 dB(A) proposto pelas outras duas.

Usualmente os profissionais de Segurança do Trabalho realizam as medições em um trabalhador ou grupos homogêneos de exposição durante um determinado período de tempo

da jornada de trabalho, e não durante toda a jornada de trabalho do mesmo. Isto se deve ao fato de que dependendo da atividade realizada, uma medição com uma duração de tempo reduzida já consegue representar a exposição real do trabalhador. Há ferramentas que permitem “extrapolar” os valores medidos, por exemplo, durante duas horas de trabalho para as oito horas diárias ou 44 horas semanais.

Tais ferramentas são representadas principalmente pelo Nível Equivalente de Ruído ou *Equivalent Sound Level (Leq)*. Segundo Saliba (2011) através do *Leq* podemos extrapolar os valores de uma medição de duas horas, por exemplo, para oito horas diárias.

Porém segundo o autor o cálculo é diferenciado, dependendo do fator de duplicação de dose que estamos adotando. Para fator de duplicação de dose 5 dB(A) a Equação Y é a seguinte:

$$Leq = 16,61 \times \log \frac{D \times 8}{T} + 85 \quad (\text{Eq. Y})$$

Já para o fator de duplicação da Dose de 3 dB(A) a equação que deve ser utilizada é a Equação X:

$$Leq = 10 \times \log \frac{D \times 8}{T} + 85 \quad (\text{Eq. X})$$

Onde: D= Dose equivalente em fração decimal, ou seja, o valor obtido no Dosímetro deve ser dividido por 100; T= tempo de medição.

Os Dosímetros modernos já realizam automaticamente tal integração.

Mesmo que estas ferramentas mostrem-se práticas se comparadas com outros métodos, nem sempre conseguem representar fielmente os níveis de ruído a qual determinado trabalhador está exposto. Certas atividades ou ocupações possuem características de exposição ao ruído que não permitem uma medição de curta duração, ou até mesmo de apenas um dia de trabalho. Pode-se citar, por exemplo, o trabalho de um mecânico industrial, este profissional é exposto a níveis de ruído muito variados durante sua jornada diária e também semanal de trabalho. Ou seja, em determinados dias ele pode estar exposto a altas doses de ruído, enquanto em outros tal exposição pode ser muito baixa, devido ao fato de não ter que concertar aparelhos ruidosos.

A resposta para tal situação está no proposto pela ACGIH (2011) nos Limites de Exposição para Agentes Físicos nos Ambientes de Trabalho. Em suas notas, mais especificamente no Item 4 ela propõe que “a soma das frações de qualquer dia específico pode exceder a unidade, desde que a soma das frações em um período de sete dias seja menor ou igual a cinco, e que nenhuma dose diária ultrapasse três.” (ACGIH, 2011, p. 129)




O proposto em tal texto é o chamado Método da Dose de Ruído Semanal. Tal método é pouco utilizado pelos profissionais de Segurança do Trabalho devido à complexidade em sua realização, que exigem que sejam feitas sete medições consecutivas, durante toda a jornada de oito horas de determinado trabalhador, o que implica em custos elevados e tempo de trabalho.

Porém tal método é uma das ferramentas mais confiáveis para representar a realidade de exposição dos trabalhadores, pois a quantidade de amostras e o período das mesmas são muito elevados e significativos.

## 2.5 PRINCIPAIS FERRAMENTAS GERADORAS DE RUÍDO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Guimarães et al. (2002) trás níveis médios de pressão sonora gerados por diferentes equipamentos amplamente utilizados na construção civil e que também foram identificados como os principais geradores de ruído nas atividades referentes ao presente estudo. O Quadro 2 demonstra tais equipamentos, com os respectivos Níveis Sonoros Médios aferidos e a descrição de sua utilização.

APARELHO	UTILIZAÇÃO	NÍVEL SONORO MÉDIO
<p>Serra Circular de Bancada</p> 	<p>Maquina de corte, cuja ferramenta é um dispositivo circular provido de arestas cortantes. Utilizado principalmente para o corte de madeira e também utilizado para corte de perfis de alumínio.</p>	<p>100 – 107 dB(A). A um metro do ponto de operação.</p>
<p>Serra Circular Portátil</p> 	<p>Maquinas elétricas utilizadas para o corte de diversos materiais, como madeiras, pedras, pisos cerâmicos, etc.</p>	<p>101 – 109 dB(A). Ao nível do ouvido do trabalhador</p>
<p>Furadeira Elétrica Portátil</p> 	<p>Máquinas portáteis acionadas por motores elétricos utilizadas para perfuração de diversos materiais</p>	<p>90 – 99 dB(A). Furadeira comum. Ao nível do ouvido do operador.</p>

 <p>Compressor</p>	<p>Sistema mecânico composto por uma parte fixa e uma rotativa, destinado a aumentar a pressão dos fluidos.</p>	<p>85 – 95 dB(A). Compressor sem tratamento acústico. A um metro do compressor.</p>
 <p>Martelo</p>	<p>Ferramenta de percussão usada para trabalhos em superfícies diversas.</p>	<p>109 – 142 dB (linear). Pode ultrapassar 140 dB em alguns casos.</p>
 <p>Serrote</p>	<p>Ferramenta para cortar madeiras e derivados.</p>	<p>75 – 81 dB(A). Ao nível do ouvido do trabalhador.</p>

Quadro 4 – Níveis Sonoros Médios dos Equipamentos Utilizados no Processo Produtivo

Fonte: Guimarães *et al.* (2002). Modificado pelo Autor

## 2.6 PERDA AUDITIVA INDUZIDA POR RUIDO – PAIR

A Avaliação Ocupacional de Ruído tem sua maior justificativa na prevenção de doenças ao aparelho auditivo. Dentre tais se destaca a chamada Perda Auditiva Induzida pelo Ruído ou PAIR, também chamada de Perda Auditiva Permanente e que está relacionada constantemente as questões trabalhistas. Alguns autores a chamam também de Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional, mas o termo PAIR ainda é o mais utilizado.

A PAIR foi definida em 1994 pelo Comitê Nacional do Ruído e Conservação Auditiva como uma diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de ruído. Ainda o referido comitê nos define que a PAIR quando instalada é irreversível. Outras características reforçadas por tal comitê é que a PAIR geralmente não apresenta perda auditiva profunda, se caracteriza principalmente pela intolerância a sons intensos e a zumbidos. A instalação da mesma é afetada principalmente pelas características físicas do ruído, tempo de exposição e suscetibilidade individual, em geral quem adquirir tal problema começa a manifestar os sintomas de 10 a 15 anos de exposição sob condições estáveis de ruído.

Segundo Saliba (2011) a PAIR está associada a chamada hipocausia, ou a diminuição da capacidade da audição. Vários são os fatores que podem ocasioná-la, e estes são principalmente relacionados a lesões, tanto no ouvido externo ou médio, chamada de hipocausia condutiva, quanto no ouvido interno ou nervo auditivo, e nestes casos denominamos de hipocausia neurossensorial. Ainda segundo o autor os ouvidos tem a

tendência de reduzir sua eficácia ao longo dos anos, mas para o ambiente de trabalho, local a qual está relacionada a PAIR, é inadmissível a perda auditiva gratuita.

Saliba (2011) também enfatiza que tal perda gera grandes problemas orgânicos para o trabalhador, e que, além disso, representa a possibilidade de indenizações para os trabalhadores afetados, e estas, não são nada irrisórias. Frente a isto Farias e Dantas (2010) e Saliba (2011) salientam a importância de se evitar tal cenário, seja através de medidas indiretas e acompanhamentos, que podem ser representados por um bom Programa Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO e por Programas de Conservação Auditiva – PCA. Ou também através de medidas diretas como a redução dos níveis de ruído na fonte, redução do tempo de exposição ou, por fim, o uso de Equipamentos de Proteção Individual.

## 2.7 MEDIDAS DE CONTROLE DO RUÍDO EM AMBIENTES DE TRABALHO

Uma série de atividades econômicas tem a presença de elevados níveis de ruído, os quais, muitas vezes, não podem ser evitados e devem ser controlados. Para tal, a fim de proteger o trabalhador, é necessário fazer uma intervenção a fim de reduzir tais níveis.

Tal intervenção segundo Saliba (2011) pode ocorrer de três formas: na fonte do ruído, na trajetória da fonte até o trabalhador e por fim no próprio trabalhador. Sendo que esta última deverá apenas ser feita se as anteriores não obtiveram resultado. Ainda segundo a Agência Europeia para Segurança e Saúde no Trabalho deve ser aplicado, com base em um bom reconhecimento de riscos, um programa que vise à redução dos níveis de ruído quando estes forem elevados. Necessariamente tal programa deve procurar, na seguinte ordem, eliminar a fonte de ruído, controlar o ruído na fonte, reduzir o tempo de exposição dos trabalhadores através de alterações no layout ou re-disposição de postos de trabalho e a restrição da entrada de trabalhadores em locais que possuam mais de 85 dB(A), e por fim o fornecimento de proteção individual quando as outras medidas não forem possíveis ou insuficientes.

Saliba (2011) explica quais são as principais diferenças entre os métodos de controle de ruído. O controle na fonte do ruído é atribuído principalmente a uma intervenção no equipamento que o gera e é considerado o método mais recomendado quanto à viabilidade técnica. Segundo o autor este controle é mais eficaz quando feito desde a fase de projeto quando deve ser optado pela compra de equipamentos menos ruidosos, porém, esta não é a única alternativa, há várias outras das quais se destacam a substituição de equipamentos por outros menos ruidosos, fazer boa lubrificação das partes móveis, programar operações para

que permaneçam o menor número ligado de máquinas possíveis, aplicar material para reduzir as vibrações, reduzir a rotação das máquinas, entre outros.

Caso tal redução não seja suficiente ou possível, o autor nos traz a próxima alternativa, que é o controle no meio ou na trajetória do ruído. Segundo o autor o som ao incidir sobre uma superfície tem parte absorvida, parte refletida e parte transmitida, ou seja, este tipo de controle está relacionado com a instalação de abafadores de ruído ou pelo isolamento do som gerado pela fonte. Este abafamento ou isolamento são feitos com materiais específicos, geralmente densos, porém como o próprio autor cita, há casos em que a colocação de paredes de alvenaria simples ou caixas metálicas, chamados por alguns de enclausuramento, conseguem reduzir significativamente os níveis de ruído.

Por fim, e comumente adotado por diversos empregadores, há o controle no próprio trabalhador. Tal controle, segundo Saliba (2011) se dá principalmente pela redução de tempo de exposição, que pode ser feita através do rodízio de empregados nas atividades ou operações ruidosas e pelo uso dos Equipamentos de Proteção Individual ou EPIs.

Conforme já demonstrado o controle no trabalhador deve ser a ultima alternativa adotada para redução da exposição ao ruído. Ocorre que muitas vezes a redução na fonte e no meio são tecnicamente ou financeiramente inviáveis. Logo, as empresas optam direto pelo fornecimento dos EPIs. Tais equipamentos são abordados pela Norma Regulamentadora NR-6, e são definidos como “(...) todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador.” (BRASIL, 2011a, Item 6.1). A referida Norma ainda diz que somente será considerado Equipamento de Proteção Individual se o produto possuir Certificado de Aprovação – CA.

No mercado há uma enorme gama de Equipamentos de Proteção Individual com relação a ruído, representados aqui pelos chamados protetores auriculares, ou protetores de ouvido. Segundo Saliba (2011) sua escolha deverá ser feita principalmente pelo Fator de Proteção ou quanto irá atenuar, e pela vida útil do equipamento. Existem dois tipos de protetores: os do tipo concha e os de inserção, representados nas Figura 4 e Figura 5.



Figura 4 – Abafadores do Tipo Concha 3M

Fonte: 3M, 2012

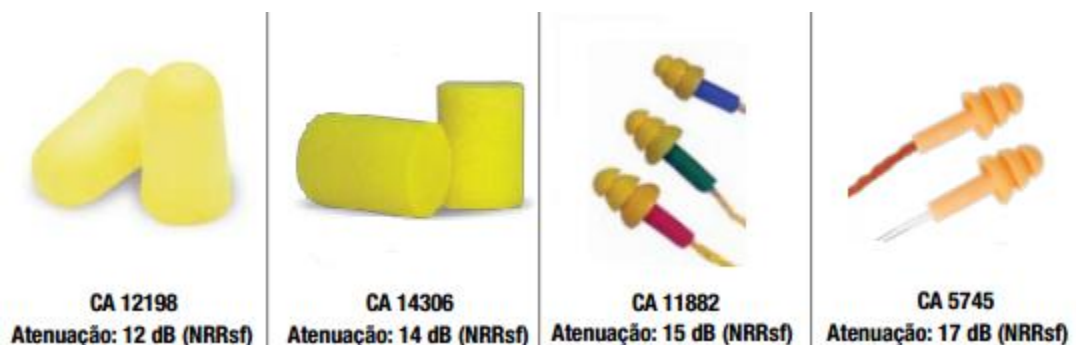


Figura 5 – Abafadores do Tipo Inserção 3M

Fonte: 3M, 2012

Como pode se perceber nas Figuras 4 e Figura 5 há vários tipos de abafadores e cada um deles tem uma função e nível de atenuação específico. A escolha do protetor para determinada atividade deve ser feita observando-se as vantagens e desvantagens do mesmo. Saliba (2011) pontua algumas destas. Segundo o autor as principais características dos protetores de concha são a eliminação de ajustes complexos, por serem grandes devem ser guardados em locais apropriados, podem ser ajustados mesmo quando se usam luvas custo inicial é alto mas possui vida útil longa, interfere no uso de óculos. Já quanto aos de inserção o autor afirma que possuem como característica a facilidade de se carregar, devem ser adequados a cada diâmetro e longitude do canal auditivo, por serem pequenos criam dificuldades na comunicação oral normal, podem infectar ou causar lesões no ouvido, devem ser inseridos somente em ouvidos sãos e não comprometem o uso de óculos.

## 2.8 O ADICIONAL DE INSALUBRIDADE E PERÍCIAS JUDICIAIS REFERENTES AO AGENTE FÍSICO RUÍDO

O conceito de Insalubridade é definido pelo Artigo 189 da Consolidação das Leis do Trabalho da seguinte forma.

“Serão consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos.” (BRASIL, Art. 189 da CLT. Redação conforme a Lei nº 6.514, de 22.12.1977)

De fato tal conceito é aplicável ao problema do ruído ocupacional, afinal como salientam Saliba e Corrêa (1998), um empregado exposto a ruído pode em certas condições adquirir surdez permanente. Claro que sempre condicionados a natureza, tempo de intensidade e tempo de exposição ao agente agressivo.

Conforme demonstrado pelo Art. 189 da CLT a caracterização da Insalubridade está vinculada aos Limites de Tolerância, e a mesma só existirá quando os mesmos forem ultrapassados. Esses limites a qual a CLT se refere são os contidos na Norma Regulamentadora NR-15, e quanto ao ruído os mesmos foram apresentados no Item 2.4.1 do escopo deste trabalho.

Segundo Saliba e Corrêa (1998) a caracterização da Insalubridade quanto ao agente físico ruído é feita principalmente através de uma avaliação quantitativa nos locais de trabalho. Tal avaliação deve seguir os procedimentos estabelecidos pelas normas de Higiene Ocupacional, no Brasil, como já foi demonstrado, adota-se principalmente o proposto pela NHO01 da Fundacentro. Após a avaliação, a Insalubridade será apenas caracterizada se a intensidade do agente e o tempo de exposição do trabalhador forem superiores aos estabelecidos no Anexo nº 1 da Norma Regulamentadora NR-15.

O valor a ser pago, quando detectada a Insalubridade, é um percentual que incide sobre o salário mínimo da região em que se encontra o trabalhador. Este percentual, segundo o Item 15.2 da NR-15 está relacionado aos limites de tolerância e ao tipo de agente ao qual o trabalhador está exposto, e varia de 40% para Insalubridade em grau máximo, 20% para Insalubridade em grau médio e 10% para Insalubridade em grau mínimo. Caso um trabalhador estiver exposto a mais de um agente ele deverá optar pelo percentual mais alto de Insalubridade, sendo que os mesmos não são cumulativos.



Saliba e Corrêa (1998) salientam que para o agente físico ruído o adicional que deverá ser pago quando ultrapassados os Limites de Tolerância, tanto para ruídos de Impacto quanto para ruídos contínuos e intermitentes, é de 20% ou grau médio.

O cenário brasileiro quanto à questão da Insalubridade ainda é muito atrasado. Poucas são as empresas que realmente possuem programas de acompanhamento ou até mesmo um Plano e Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA bem estruturado, que vise à correta detecção e o monitoramento dos agentes ambientais, inclusive do próprio ruído. O resultado disto é que muitos trabalhadores, que durante a sua vida laboral trabalham ou trabalharam sobre condições insalubres acabaram não recebendo o benefício devido. Isto se traduz em Passivos Trabalhistas e, via de regra, em uma intervenção judicial. Segundo o Artigo 195 da CLT quando o adicional for requerido por meio judicial, deverá ser determinado um perito habilitado, que deverá ser necessariamente Engenheiro de Segurança do Trabalho ou Médico do Trabalho, para avaliar a situação e então caracterizar ou não a Insalubridade.

Tais perícias judiciais, principalmente com relação ao agente físico ruído, são em muitos casos contraditórias, e representam apenas uma realidade parcial. Como já abordado anteriormente neste trabalho, à aplicação da metodologia da NHO01 nem sempre, dependendo da atividade que o trabalhador realiza, é a mais adequada, porém é convenientemente mais barata de ser realizada, pois existe a opção de fazer medições quantitativas relativamente curtas, em média de uma a duas horas, e extrapolá-las para jornadas semanais de trabalho de 44 horas.

Outro fato importante é que as perícias judiciais possuem datas determinadas pelo Juízo, sendo assim, trabalhadores que realizam atividades diferentes, dependendo do dia da semana, acabam tendo sua perícia realizada em dias randômicos, sem nenhum padrão de escolha. E é neste conceito que surge a importância de uso, por parte dos peritos, de metodologias alternativas, dentre as quais se destaca o proposto pelo Método da Dose Semanal de Ruído da ACGIH (2011) demonstrado no Item 2.4.3 do escopo deste trabalho. O problema de utilizar tal método é seu alto custo e tempo necessário de acompanhamento. Atualmente os honorários pagos para peritos que fazem a avaliação de ruído são muito baixos, sendo assim não é possível, ou viável, a realização da perícia através de procedimentos mais complexos e dispendiosos.

A simples exposição de um trabalhador ao ruído nem sempre é significado de pagamento de adicional. Conforme a NR-15 afirma, em seu Item 15.4, a adoção de medidas que conservem o ambiente de trabalho dentro dos Limites de Tolerância e a utilização de corretos Equipamentos de Proteção Individual são atenuantes do pagamento do adicional de

Insalubridade. Quando a mesma é descaracterizada ou eliminada, segundo o Item 15.5 da NR-15, através de detecção pericial, cessa-se o pagamento do adicional.

Saliba e Corrêa (1998) salientam que os laudos periciais, tanto judiciais, quanto extrajudiciais devem ser claros, objetivos, fundamentados e conclusivos. Os autores também pontuam que em tais laudos devem ser identificados quais os critérios adotados, tais como legislação e normas em que se baseia a elaboração da prova pericial, instrumentos utilizados, metodologia de avaliação adotada, descrição da atividade e condições de exposição, dados obtidos, grau de insalubridade (mínimo, médio ou máximo), e por fim a conclusão pericial onde será dito se a atividade considerada é ou não insalubre, além do grau da mesma.

### **3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste trabalho foram adotados dois critérios distintos de avaliação da exposição ocupacional ao ruído em dois trabalhadores, com funções distintas, de uma Molduraria e Serralheria.

#### **3.1 MÉTODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RUÍDO ADOTADAS**

Na realização do presente estudo inicialmente foram realizadas dosimetrias de ruído, em ambos os trabalhadores objeto de estudo, utilizando-se do proposto pelo Método da Dose Semanal de Ruído dado pela ACGIH (2011). Em seguida foram realizadas dosimetrias de ruído utilizando-se do método da Dose Diária segundo critérios do Anexo 1 da Norma Regulamentadora NR-15, a qual estabelece os Limites de Tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes durante a jornada de trabalho, tal medição foi realizada com base nos procedimentos, de caráter recomendativo, dados pela NHO01 da Fundacentro e é condizente com os procedimentos metodológicos utilizados atualmente na realização de Perícias Judiciais relativas ao agente físico ruído.

#### **3.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E PARÂMETROS ADOTADOS**

Utilizou-se para a determinação dos Níveis de Pressão Sonora e a conseqüente Dose de Exposição ao Ruído o Dosímetro DOS-500 da marca INSTRUTHERM, com número de série: 021101167, procedimento de calibração PCA-007, com certificado de calibração em anexo. A Figura 6 demonstra o equipamento utilizado.



Figura 6 – Dosímetro DOS-500 Utilizado para a Realização das Medições

Fonte: Autor (2012)

Em ambos os procedimentos de medição o Dosímetro foi ajustado para operar no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW). Na avaliação feita através do método proposto pela ACGIH foi adotado o Limite de Tolerância de 85 dB(A), para uma jornada de 8 horas diárias de trabalho, que equivalem a dose de 100% ou 1, além de ser adotado um fator de duplicação da dose igual a 3 dB(A). Na avaliação feita através do proposto pelos procedimentos da NHO01, obedecendo aos critérios da NR-15, foi também adotado o Limite de Tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas diárias de trabalho, que equivalem a dose de 100% ou 1, porém como a Norma exige foi adotado um fator de duplicação da dose igual a 5 dB(A).

### 3.3 PERÍODOS DE AMOSTRAGEM E CONVERSÕES

As medições através do método proposto pela ACGIH (2011) foram realizadas durante sete dias consecutivos de trabalho, abordando a jornada completa de aproximadamente 8 horas diárias, durante os meses de Julho e Agosto de 2012.

Os valores das doses obtidas pela metodologia da ACGIH (2011), com fator de duplicação da Dose igual a 3 dB(A) foram convertidos para 8 horas diárias de trabalho através da aplicação de regra de três. Também foi obtido o Nível Equivalente de Ruído para 8 horas utilizando-se a Equação X:

$$Leq = 10 \times \log \frac{D \times 8}{T} + 85 \quad (\text{Eq. X})$$

As medições através do proposto pela NR-15 foram realizadas durante um dia do mês de Julho e um dia do mês de Agosto, sendo que neste caso cada trabalhador utilizou o Dosímetro apenas durante um dia em aproximadamente 75% da jornada diária de trabalho, ou seja, 6 horas. Após adquiridos os dados de 6 horas de exposição, os mesmos foram convertidos através da regra de três simples para a jornada completa de 8 horas de trabalho. Em seguida foram feitos os cálculos de Nível Equivalente de Ruído para um fator de duplicação de Dose igual a 5 dB(A), utilizando-se da Equação Y:

$$Leq = 16,61 \times \log \frac{D \times 8}{T} + 85 \quad (\text{Eq. Y})$$

### 3.4 ORGANIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Para digitalização dos dados obtidos com o Dosímetro foi utilizado o software próprio do DOS-500, fornecido pelo fabricante do mesmo. Tal software disponibiliza diversos dados coletados tal como percentual de dose, tempo de medição, nível limiar, entre outros.

Depois de feitas às análises e as conversões necessárias, os resultados obtidos pelos dois métodos propostos foram compilados em tabelas e estão apresentados no capítulo de resultados e discussões. Após a apresentação dos dados, os mesmos foram então comparados e foi verificado se havia a caracterização ou não da Insalubridade, seguindo um ou outro método de avaliação proposto neste trabalho.

### 3.5 UTILIZAÇÃO DO DOSÍMETRO PELOS TRABALHADORES

O Dosímetro utilizado para realização do presente estudo ficou preso a cintura dos trabalhadores e o seu microfone ficou preso na lapela da camisa dos trabalhadores, próximo a região do ouvido, não interferindo em seus movimentos ou procedimentos de trabalho. Além disso, os mesmos foram avisados do objetivo da pesquisa e informados, de forma simplificada, como era o funcionamento do aparelho.

### 3.6 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma Molduraria e Serralheria, situada na cidade de Francisco Beltrão – PR. O Quadro 5 apresenta informações gerais da empresa.

<b>Ramo de Atividade da Empresa:</b>	Fabricação de Esquadrias de Metal
<b>CNAE:</b>	28.12-6-00
<b>Grau de Risco:</b>	02
<b>SESMT</b>	Isento
<b>CIPA</b>	Isento
<b>Número de empregados:</b>	05

Quadro 5 – Informações Gerais da Empresa Estudada

Fonte: Autor (2012)

A empresa em questão possui Plano de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA. No referido documento estão contidas as informações referentes aos procedimentos de trabalho de cada empregado, bem como descrição do local de trabalho, exposição a agentes ambientais, entre outros. Porém a avaliação de ruído contida no mesmo estava defasada, logo, não foi considerada para fins deste trabalho.

### 3.7 CARACTERIZAÇÕES DOS AMBIENTES E FUNÇÕES DOS TRABALHADORES ESTUDADOS

#### 3.7.1 Trabalhador 1 – Função de Moldureiro

No Quadro 6 estão expressos os dados referentes ao local de trabalho, bem como funções, processos produtivos e avaliação qualitativa quanto ao agente físico ruído, da função do Moldureiro.

<b>Caracterização Geral do Ambiente e Funções do Moldureiro</b>	
<b>Descrição do Ambiente Quanto a Construção</b>	Neste ambiente estão englobados o local pertencente à confecção de molduras para quadros em geral. Possui um total de 31,21m <sup>2</sup> , sendo composto apenas por uma sala. Tanto as paredes quanto o teto são feitas de alvenaria. A ventilação e a iluminação são naturais, por portas e janelas, auxiliadas por lâmpadas fluorescentes e ventiladores.
<b>Descrição das Funções e do Processo Produtivo</b>	A função deste trabalhador é a instalação de molduras derivadas de madeira em quadros de pinturas ou telas, bem como a instalação de molduras de Alumínio em diplomas e fotografias.  O processo de fabricação consiste na recepção do material a ser emoldurado, logo após são feitas as medições das peças a serem cortadas. As peças de moldura são cortadas utilizando-se uma serra circular de bancada, se necessário também é utilizada também uma serra circular portátil ou um serrote específico para madeira ou Alumínio. Após cortadas as peças devem ser montadas e encaixadas na pintura, tela ou diploma. Para tal utiliza-se de um martelo, e quando necessário, de uma furadeira. Em alguns casos também poderá ser adicionado vidro ao quadro que será finalizado, porém o corte de tal material é realizado por outro colaborador, em um ambiente externo.
<b>Duração da Jornada de Trabalho</b>	8 horas diárias
<b>Avaliação Qualitativa Quanto ao Agente Físico Ruído</b>	
<b>Fontes</b>	Serra Circular de Bancada Serra Circular Portátil Martelo Fresa
<b>Exposição</b>	Habitual
<b>EPC's Existentes</b>	Não possui
<b>EPI's Existentes</b>	Abafador de Ruído 3M POMP C.A. 14.235 Atenuação de 21 dB

Quadro 6 – Caracterização Geral do Ambiente de Trabalho e Funções do Moldureiro

Fonte: Autor (2012)

### 3.7.1.1 Posto de Trabalho e Local de Coleta dos Dados

A seguir serão apresentadas fotografias do local e postos de trabalho do referido trabalhador, durante os procedimentos de medição com o Dosímetro. Os postos de trabalho apresentados nas figuras a seguir são os referentes à utilização dos aparelhos ou equipamentos ruidosos.



Figura 7 – Moldureiro Utilizando a Serra Circular de Bancada 1

Fonte: Autor (2012)

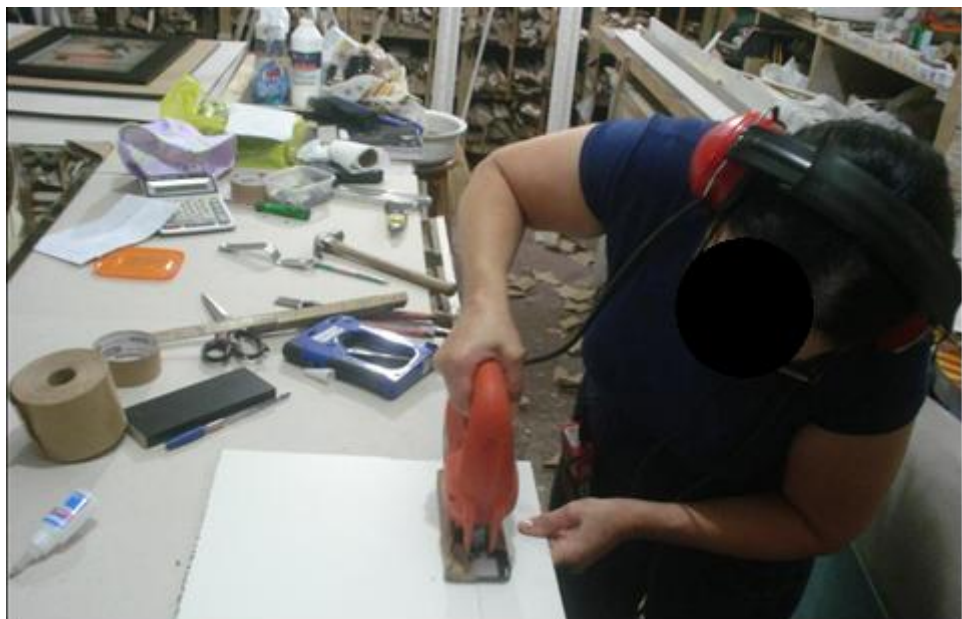


Figura 8 – Moldureiro Utilizando a Serra Circular Portátil tipo Tico-Tico

Fonte: Autor (2012)





Figura 9 – Moldureiro durante a Utilização de Martelo

Fonte: Autor (2012)



Figura 10 – Fresa de Madeira Utilizada

Fonte: Autor (2012)



Figura 11 – Visão Geral do Local de Trabalho do Moldureiro

Fonte: Autor (2012)

### 3.7.2 Trabalhador 2 – Função de Serralheiro

No Quadro 7 estão expressos os dados referentes ao local de trabalho, bem como funções, processos produtivos e avaliação qualitativa quanto ao agente físico ruído, da função do Serralheiro.

<b>Caracterização Geral do Ambiente e Funções do Serralheiro</b>	
<b>Descrição do Ambiente Quanto a Construção</b>	Neste ambiente estão englobados o local pertencente a Serralheria e fabricação de esquadrias de alumínio. Possui um total de 202,02m <sup>2</sup> , sendo composto apenas por uma sala. Tanto as paredes quanto o teto são feitas de alvenaria. A ventilação e a iluminação são naturais, por portas e janelas, auxiliadas por lâmpadas fluorescentes e ventiladores.
<b>Descrição das Funções e do Processo Produtivo</b>	<p>A função deste trabalhador é a fabricação/montagem de esquadrias de Alumínio de caráter residencial, tal como portas, janelas e basculantes.</p> <p>O processo de fabricação consiste na recepção das medidas e tipo de esquadria a ser montada. Após esta etapa então o Serralheiro seleciona os perfis de alumínio adequados e realiza os cortes nas medidas necessárias, utilizando-se de uma serra circular de bancada. Após feitos os cortes o material precisa ser furado, para tal utilizam-se de prensas hidráulicas, bem como uma furadeira elétrica. A próxima etapa é a montagem, que é feita em bancadas de 1,5 metros de altura onde os perfis são anexados formando o corpo da estrutura. Para tal o colaborador utiliza martelos tanto de metal quanto de borracha. Há em alguns casos a necessidade de se utilizar serrotes para alumínio afim de dar acabamento ao material. Também em alguns casos é adicionado vidro a esquadria a ser montada porém o corte do mesmo é realizado por outro colaborador em um local externo.</p>
<b>Duração da Jornada de Trabalho</b>	8 horas diárias
<b>Avaliação Qualitativa Quanto ao Agente Físico Ruído</b>	
<b>Fontes</b>	Serra Circular de Bancada Prensa Hidráulica Martelo Furadeira Elétrica Serrote
<b>Exposição</b>	Habitual
<b>EPC's Existentes</b>	Não possui
<b>EPI's Existentes</b>	Abafador de Ruído 3M POMP C.A. 14.235 Atenuação de 21 dB

Quadro 7 – Caracterização Geral do Ambiente de Trabalho e Funções do Serralheiro

Fonte: Autor (2012)

### 3.7.2.1 Posto de Trabalho e Local de Coleta dos Dados

A seguir serão apresentadas fotografias do local e postos de trabalho do referido trabalhador, durante os procedimentos de medição com o Dosímetro. Os postos de trabalho apresentados nas figuras a seguir são os referentes à utilização dos aparelhos ou equipamentos ruidosos.



Figura 12 – Serralheiro Utilizando a Serra Circular de Bancada 2

Fonte: Autor (2012)



Figura 13 – Serralheiro Utilizando a Serra Circular de Bancada 3

Fonte: Autor (2012)



Figura 14 – Serralheiro Utilizando a Furadeira 1

Fonte: Autor (2012)



Figura 15 – Serralheiro Utilizando a Furadeira 2

Fonte: Autor (2012)



Figura 16 – Serralheiro Utilizando a Furadeira 3

Fonte: Autor (2012)



Figura 17 – Serralheiro Utilizando a Prensa Hidráulica

Fonte: Autor (2012)

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados obtidos nas medições realizadas com o Dosímetro DOS-500, utilizando-se dos propostos pela ACGIH (2011), NHO01 e NR-15 serão apresentados detalhadamente a seguir. Os mesmos serão apresentados individualmente, cada qual para uma das duas funções analisadas neste trabalho.

Também serão apresentadas juntamente às análises, as propostas de melhorias para os referidos postos de trabalho.

### 4.1 TRABALHADOR 1 – FUNÇÃO DE MOLDUREIRO

Conforme demonstrado no Quadro 6, o Moldureiro utiliza equipamentos ruidosos nos seus processos diários de trabalho. A seguir serão apresentados os dados das medições obtidas através de ambas às metodologias propostas por este trabalho, a fim de analisar a Dose de Exposição do mesmo.

#### 4.1.1 Análise dos Dados Obtidos Através da Metodologia da Dose Semanal – ACGIH

As Dosimetrias de Ruído realizadas neste trabalhador, referentes ao método da Dose Semanal de Ruído, foram feitas no ano de 2012, durante sete dias consecutivos de trabalho, do dia 16 ao dia 20 de Julho e nos dias 23 e 24 do referido mês. Na Tabela 1 são apresentados o tempo de medição, critérios de avaliação, dados obtidos na dosimetria, também chamados de eventos, além do Nível Equivalente de Ruído em dB (A).

A partir do apresentado na Tabela 1 pode-se chegar a algumas conclusões quanto a este trabalhador. Ao se analisar as doses obtidas nos sete eventos, ou sete dias consecutivos de medição, concluí-se que em nenhum dos eventos a referida Dose para 8 horas diárias de trabalho foi ultrapassada, ou seja, em nenhum dos dias a Dose superou 1 ou 100%.

Tabela 1 – Resultados Obtidos Através do Método da Dose Semanal de Ruído – Moldureiro

	EVENTO 1	EVENTO 2	EVENTO 3	EVENTO 4	EVENTO 5	EVENTO 6	EVENTO 7	SOMA
Limite de Tolerância (8 horas/dia)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	
Tipo de medição	Slow	Slow	Slow	Slow	Slow	Slow	Slow	
NC - Nível de Critério	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	
NL - Nível Limiar	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	
ER - Taxa de Troca	3	3	3	3	3	3	3	
Acima de 115 dB(A)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	
Acima de 140 dB(LINEAR)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	
Data (dd/mm)	16/7	17/7	18/7	19/7	20/7	23/7	24/7	
Hora de início (hh:mm)	08:06	08:08	08:03	08:07	08:14	08:05	08:03	
Hora de término (hh:mm)	17:45	18:06	17:35	18:06	18:00	18:07	17:59	
Intervalo de almoço (hh:mm)	01:37	01:48	01:32	01:58	01:40	01:43	01:45	
Tempo de exposição (hh:mm)	08:02	08:10	08:00	08:01	08:06	08:19	08:11	
Dose durante medição (%)	24,67	94,23	55,04	47,55	26,23	80,52	75,90	404,14
Dose para jornada de 8 horas (%)	24,57	92,31	55,04	47,45	25,91	77,45	74,20	396,93
Nível Equivalente de Ruído para 8 horas (dB(A))	78,90	84,65	82,41	81,76	79,13	83,89	83,70	
Horário da ocorrência > 140dB	*.*	*.*	*.*	*.*	*.*	*.*	*.*	
Duração > 140dB (mm:ss)	*.*	*.*	*.*	*.*	*.*	*.*	*.*	

Fonte: Autor (2012)

Concomitante a esta análise pode-se também concluir que o Nível Equivalente de Ruído para 8 horas de trabalho, também chamado de TWA, em nenhum dos eventos ultrapassou 85 dB(A), sendo que o valor máximo registrado foi de 84,65 dB(A). Conforme mostra o Gráfico 1.

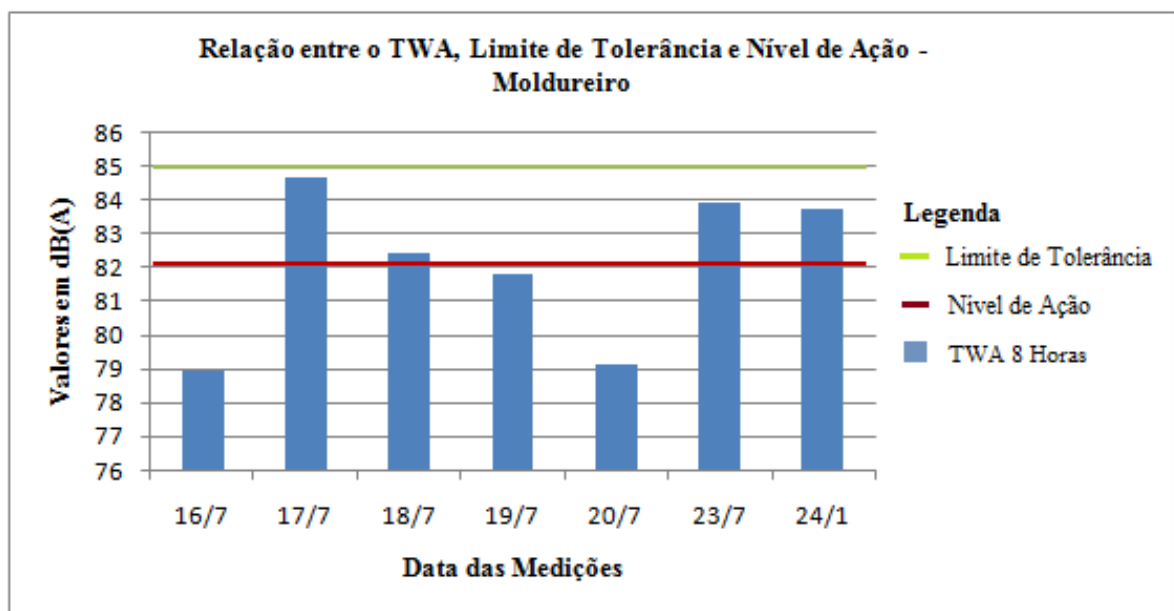


Gráfico 1 – Relação entre o TWA, Limite de Tolerância e Nível de Ação ACGIH - Moldureiro

Fonte: Autor (2012)

Com relação ao somatório ou soma das parcelas de Dose durante o período observado, valor fundamental para a análise utilizando-se esta metodologia, nota-se que a mesma apresentou um valor de 404,14%, ficando assim abaixo dos 500% ou 5, valor máximo a ser



atingido, definido pela ACGIH (2011) para que se possa considerar o trabalho como Salubre. Após convertidos os resultados, para uma jornada de 8 horas de trabalho através de regra de três simples, o valor obtido foi de 396,93%, também ficando a soma das Doses abaixo dos 500% ou 5.

Outro ponto importante notado é a variação das doses aferidas, dependendo do dia. O valor máximo obtido para uma jornada de 8 horas de trabalho foi de 92,31%, no dia 17 de Julho enquanto o valor mais baixo foi de 24,57% no dia 16 de Julho. Estas variações estão melhor apresentadas no Gráfico 2.

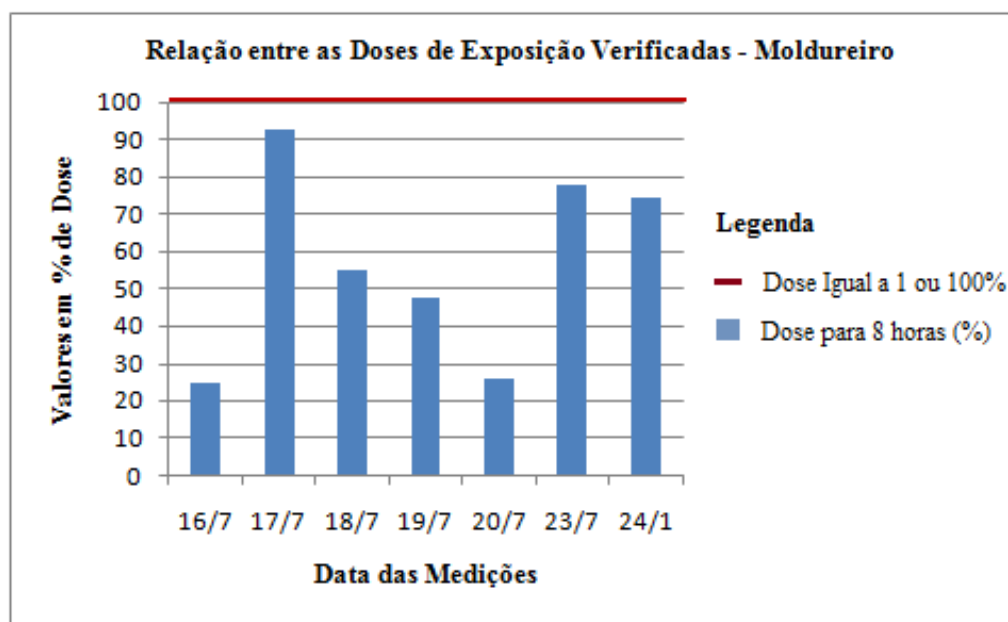


Gráfico 2 – Relação entre as Doses de Exposição Verificadas - Moldureiro

Fonte: Autor (2012)

Tal variação verificada nas Doses diárias se dá pela grande diferença entre as atividades realizadas em tais dias. Nos dias em que a dose foi significativamente mais alta foi detectado que tal trabalhador realizou diversos cortes em molduras, com serras de bancada e portáteis. Por outro lado, em dias que a dose foi significativamente menor tal trabalhador passou a maior parte do seu período laboral fazendo a montagem de quadros.

#### 4.1.2 Análise dos Dados Obtidos Através do Método da Dose Diária – NR-15

A Dosimetria de Ruído realizada neste trabalhador, referente ao método da Dose Diária de Ruído, relacionado à NR-15, NHO01 e as Perícias Judiciais, foi realizada apenas no

dia 25 de Julho, compreendendo aproximadamente 75% da jornada de trabalho, ou seja, 6 horas. Na Tabela 5 são apresentados o tempo de medição, critérios de avaliação, dados obtidos na dosimetria, também chamados de eventos, além do Nível Equivalente de Ruído em dB (A).

Tabela 2 – Resultados Obtidos Através do Método da Dose Diária de Ruído – Moldureiro

	<b>EVENTO 8</b>
<b>Limite de Tolerância (8 horas/dia)</b>	85 dB(A)
<b>Tipo de medição</b>	Slow
<b>NC - Nível de Critério</b>	85 dB(A)
<b>NL - Nível Limiar</b>	80 dB(A)
<b>ER - Taxa de Troca - 3, 4, 5, 6 dB</b>	5
<b>Acima de 115 dB(A)</b>	Não
<b>Acima de 140 dB(LINEAR)</b>	Não
<b>Data (dd/mm)</b>	25/7
<b>Hora de início (hh:mm)</b>	10:06
<b>Hora de término (hh:mm)</b>	17:45
<b>Intervalo de almoço (hh:mm)</b>	01:37
<b>Tempo de exposição (hh:mm)</b>	06:02
<b>Dose durante medição (%)</b>	46,90
<b>Dose para jornada de 8 horas (%)</b>	62,19
<b>Nível Equivalente de Ruído para 8 horas (dB(A))</b>	81,57
<b>Horário da ocorrência &gt; 140dB</b>	*_*
<b>Duração &gt; 140dB (mm:ss)</b>	*_*

Fonte: Autor (2012)

Através da Tabela 2 pode-se também chegar a algumas conclusões. Nesta medição realizada em apenas um dia de trabalho a Dose para 8 horas de trabalho foi de 46,90%, sendo assim não ultrapassou a máxima permitida de 1 ou 100%. Consequentemente o Nível Equivalente de Ruído para 8 horas também ficou abaixo de 85 dB(A), registrando 81,57 dB(A).

Nota-se que esta medição reflete também o que já havia sido verificado com a metodologia anteriormente proposta.

#### 4.1.3 Comparação entre os Resultados Obtidos pelas Metodologias Propostas

Para este trabalhador, ao utilizar-se das duas metodologias distintas de avaliação à exposição ao ruído o resultado obtido é praticamente o mesmo.

Por mais que haja uma significativa variação nas doses de exposição durante os eventos realizados pela metodologia da Dose Semanal de Ruído, adotando os critérios da

ACGIH (2011), os resultados são semelhantes aos obtidos pelo método da Dose Diária, adotando critérios da NR-15.

A análise através das duas metodologias demonstra que tal trabalhador possui um padrão em suas atividades laborais, padrão este é caracterizado por possuir níveis de ruído abaixo dos Limites de Tolerância propostos por ambas as normas aqui utilizadas.

Analisando apenas os dados obtidos pelo proposto pela NR-15 concluí-se que tal trabalhador, apresenta uma Dose para 8 horas de trabalho de 62,19%, na ocasião, ou seja, abaixo de 1 ou 100%.

Ao realizar-se a dosimetria pelo método alternativo da Dose Semanal, nota-se que o somatório das frações dos sete eventos foi de 3,96 ou 396,93%, não ultrapassando o limite máximo permitido por este método, que é de 5 ou 500%. Também nos referido eventos, a máxima Dose de ruído para 8 horas de trabalho detectada foi de 92,31%, sendo assim, não excedeu a dose 3 ou 300%, que é a máxima recomendada por este método.

Através do cálculo do Nível Equivalente de Ruído para 8 horas diárias, obtido através de fórmula específica, do evento 1 ao evento 7 também nota-se que o mesmo, em nenhum dos referidos eventos, ultrapassou 85 dB(A), conclui-se então que mesmo que fosse utilizada a metodologia proposta pela NR-15, com fator de duplicação da dose igual a 5, o valor da dose de exposição diária também ficaria abaixo de 1 ou 100%.

Conforme o exposto, ao utilizarem-se ambas as metodologias, demonstrou-se que o exercício laboral deste trabalhador possui doses de ruído e Níveis Equivalente de Ruído abaixo dos valores máximos permitidos, porém ao analisar o Nível de Ação, concluí-se que o mesmo foi constantemente ultrapassado, seja quanto aos valores propostos pela ACGIH (2011), quanto aos valores propostos pela NR-9.

Sendo assim, faz-se necessários a adoção de medidas de proteção a fim de que se reduza a exposição ao referido ruído.

#### 4.2 TRABALHADOR 2 – FUNÇÃO DE SERRALHEIRO

Conforme já explanado o Serralheiro também utiliza equipamentos ruidosos inertes aos processos produtivos da Serralheria. Assim como feito para o Moldureiro, a seguir serão apresentados os dados das medições obtidas através de ambas às metodologias propostas por este trabalho, a fim de analisar a Dose de exposição do mesmo.

#### 4.2.1 Análise dos Dados Obtidos Através da Metodologia da Dose Semanal – ACGIH

As Dosimetrias realizadas neste trabalhador, referente ao método da Dose Semanal de Ruído foram realizadas também no ano de 2012, durante sete dias consecutivos de trabalho, nos dias 26 e 27 de Julho e do dia 30 de Julho ao dia 3 de Agosto. Na Tabela 3 estão apresentados o tempo de medição, critérios de avaliação, dados obtidos na dosimetria, também chamados de eventos, além do Nível Equivalente de Ruído em dB (A).

Tabela 3 – Resultados Obtidos Através do Método da Dose Semanal de Ruído – Serralheiro

	EVENTO 1	EVENTO 2	EVENTO 3	EVENTO 4	EVENTO 5	EVENTO 6	EVENTO 7	SOMA
Limite de Tolerância (8 horas/dia)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	
Tipo de medição	Slow	Slow	Slow	Slow	Slow	Slow	Slow	
NC - Nível de Critério	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	85 dB(A)	
NL - Nível Limiar	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	80 dB(A)	
ER - Taxa de Troca - 3, 4, 5, 6 dB	3	3	3	3	3	3	3	
Acima de 115 dB(A)	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	
Acima de 140 dB(LINEAR)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	
Data (dd/mm)	26/7	27/7	30/7	31/7	1/8	2/8	3/8	
Hora de início (hh:mm)	07:55	08:02	08:25	07:55	08:14	08:00	08:07	
Hora de término (hh:mm)	18:10	18:01	17:30	18:00	17:55	18:03	17:45	
Intervalo (hh:mm)	01:50	02:05	01:02	01:55	01:33	01:30	01:42	
Tempo de exposição (hh:mm)	08:25	07:54	08:03	08:10	08:08	08:33	07:56	
Dose durante medição (%)	145,18	210,11	75,80	63,21	372,13	107,27	68,51	1042,21
Dose para jornada de 8 horas (%)	137,99	212,77	75,33	61,92	366,03	100,37	69,09	1023,50
Nível Equivalente de Ruído para 8 horas (dB(A))	86,40	88,28	83,77	82,92	90,64	85,02	83,39	
Horário da ocorrência > 140dB	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	
Duração > 140dB (mm:ss)	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	*_*	

Fonte: Autor (2012)

Ao observar a Tabela 3 pode-se tirar conclusões sobre este trabalhador. Analisando-se os sete eventos de Dosimetria nota-se que em quatro situações, precisamente nos eventos 1, 2, 5 e 6 a Dose de exposição, corrigida para a jornada de 8 horas de trabalho, foi maior que 1 ou 100%. Logo, nos três eventos restantes esta Dose de exposição ficou abaixo dos 100%.

Através do exposto conclui-se também que nos eventos em que tal Dose de exposição foi ultrapassada, o Nível Equivalente de Ruído TWA também mostrou-se acima do Limite de Tolerância de 85 dB(A), para uma jornada de 8 horas de trabalho. O valor máximo do mesmo mostrou-se muito elevado, sendo registrado 90,64 dB(A) no evento 5. As variações do referido TWA e a comparação dos mesmos com o Limite de Tolerância e o Nível de Ação estão apresentados no Gráfico 3.

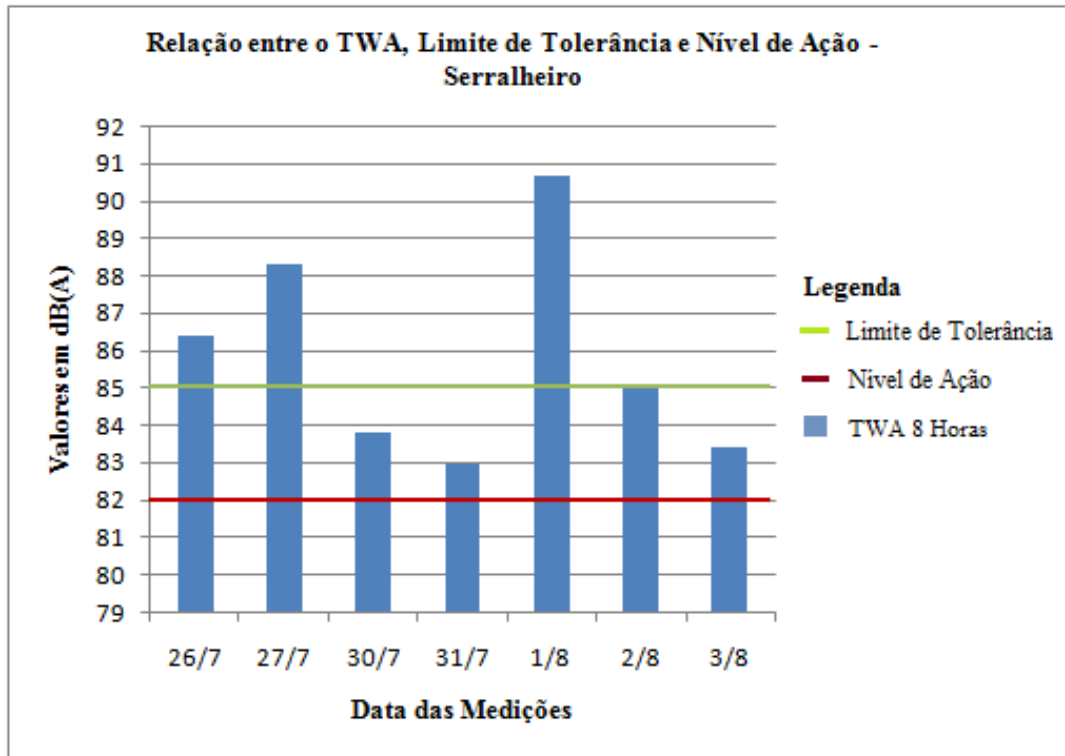


Gráfico 3 – Relação entre o TWA, Limite de Tolerância e Nível de Ação ACGIH - Serralheiro

Fonte: Autor (2012)

Também chama atenção no exposto na Tabela 3, que nos dias em que foram verificadas doses elevadas houve também valores picos de medição que superaram os 115 dB(A). Segundo a própria NR-15 a exposição de trabalhadores a valores tão elevados, de caráter contínuo ou intermitente, oferecerá risco grave e iminente. Porém, após constatação *in loco* verificou-se que tais ruídos eram principalmente representados por batidas de martelo, de caráter impulsivo.

Em relação ao somatório das parcelas das Doses durante o período observado, nota-se que, no caso deste trabalhador, a mesma apresentou um valor muito elevado, de 1042,21%, que após convertidos, através de regra de três simples, para a jornada de trabalho de 8 horas apresentaram um valor de 1023,50%. Valores estes muito acima dos 500% ou 5 de Dose definidos como máximos para se caracterizar o trabalho como Salubre segundo a metodologia proposta pela ACGIH (2011).

Outro ponto importante a ser ressaltado é que houve, assim como anteriormente, uma grande variação nas Doses de exposição, dependendo do dia de trabalho, porém no caso deste trabalhador os valores foram significativamente mais elevados. A menor Dose registrada, para a jornada de 8 horas de trabalho foi de 61,92% no dia 31 de Julho, enquanto a maior registrada foi de 366,03% no dia 1 de Agosto, ultrapassando assim o valor máximo diário permitido pela

metodologia em questão, para considerar o trabalho como Salubre, que é de 300% ou 3. Tais variações são apresentadas a seguir no Gráfico 4.

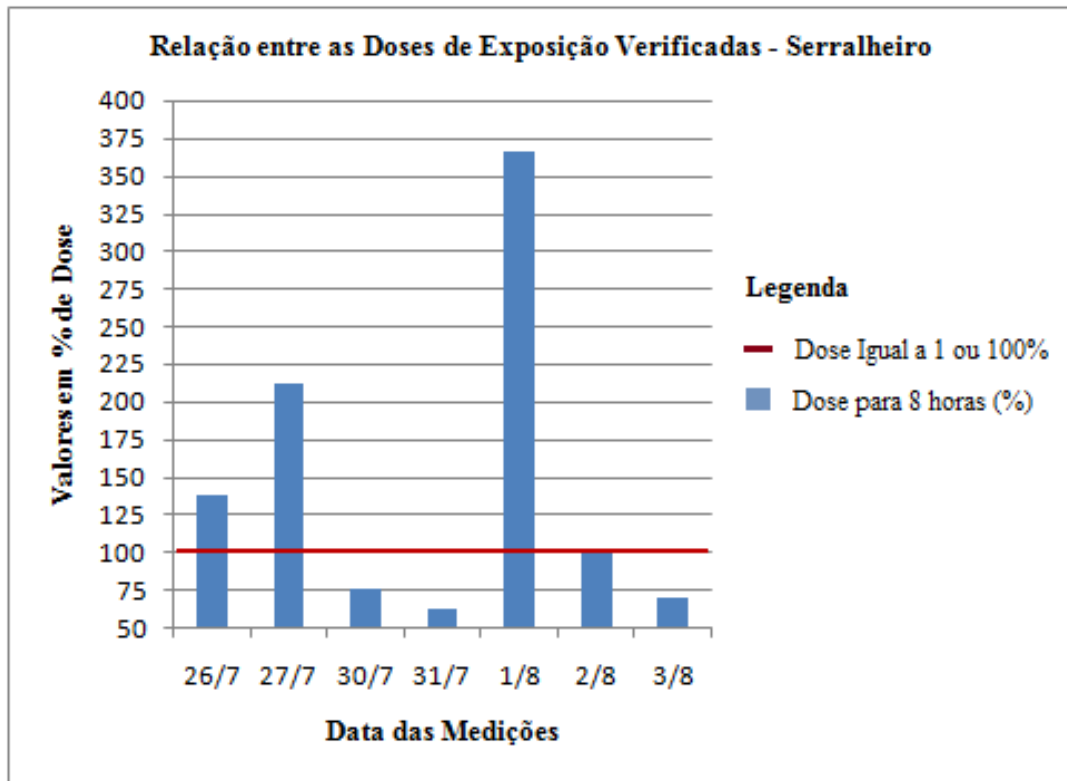


Gráfico 4 – Relação entre as Doses de Exposição Verificadas - Serralheiro

Fonte: Autor (2012)

A variação das Doses para este trabalhador, verificadas no Gráfico 4, também estão condicionadas a suas atividades diárias realizadas. Conforme já explanado anteriormente, faz parte do processo produtivo deste trabalhador, o corte de materiais. Foi detectado que nos dias em que a dose foi muito elevada tal trabalhador passou grande parte do período laboral realizando cortes em perfis de alumínio com serras de bancada, o que causou significativo incremento na Dose.

#### 4.2.2 Análise dos Dados Obtidos Através do Método da Dose Diária – NR-15

A Dosimetria de Ruído realizada neste trabalhador, referente ao método da Dose Diária de Ruído, relacionado à NR-15, NHO01 e as Perícias Judiciais, foi realizada apenas no dia 4 de Agosto, compreendendo aproximadamente 75% da jornada de trabalho, ou seja, 6 horas.

Na Tabela 4 são apresentados o tempo de medição, critérios de avaliação, dados obtidos na dosimetria, também chamados de eventos, além do Nível Equivalente de Ruído em dB (A).

Tabela 4 – Resultados Obtidos Através do Método da Dose Diária de Ruído – Serralheiro

	<b>EVENTO 8</b>
<b>Limite de Tolerância (8 horas/dia)</b>	85 dB(A)
<b>Tipo de medição</b>	Slow
<b>NC - Nível de Critério</b>	85 dB(A)
<b>NL - Nível Limiar</b>	80 dB(A)
<b>ER - Taxa de Troca - 3, 4, 5, 6 dB</b>	5
<b>Acima de 115 dB(A)</b>	Sim
<b>Acima de 140 dB(LINEAR)</b>	Não
<b>Data (dd/mm)</b>	4/7
<b>Hora de início (hh:mm)</b>	10:16
<b>Hora de término (hh:mm)</b>	18:03
<b>Intervalo (hh:mm)</b>	01:25
<b>Tempo de exposição (hh:mm)</b>	06:22
<b>Dose durante medição (%)</b>	<b>75,27</b>
<b>Dose para jornada de 8 horas (%)</b>	<b>94,58</b>
<b>Nível Equivalente de Ruído para 8 horas (dB(A))</b>	84,60
<b>Horário da ocorrência &gt; 140dB</b>	*.*
<b>Duração &gt; 140dB (mm:ss)</b>	*.*

Fonte: Autor (2012)

Através do exposto conclui-se que a Dose de exposição deste trabalhador, extrapolada através de regra de três simples foi de 95,58%, ou seja, inferior a 1 ou 100%. Logo, o TWA ou Nível Equivalente de Ruído para a jornada de 8 horas de trabalho, também ficou abaixo de 85 dB(A), apresentando um valor de 84,60 dB(A).

Nota-se aqui que esta medição isolada não corresponde ao perfil de exposição do trabalhador apresentado no método anterior.

#### 4.2.3 Comparação entre os Resultados Obtidos pelas Metodologias Propostas

Para este trabalhador, ao utilizar-se das duas metodologias distintas de avaliação ocupacional ao Ruído, chegou-se a resultados completamente diferentes. Ou seja, os resultados obtidos através da metodologia proposta pela ACGIH (2011) mostram-se diferentes, em diversos aspectos, do que foi obtido pela metodologia da NR-15.

Ao se analisar apenas os dados obtidos pela metodologia da NHO01 e NR-15 conclui-se que tal trabalhador apresentou uma Dose, para uma jornada de trabalho de 8 horas, de 94,58%, ou seja, abaixo de 1 ou 100%.

Porém o resultado obtido com tal metodologia não é condizente com os resultados obtidos através do método da Dose Semanal de Ruído. Ao analisar os dados obtidos pelo referido método não se consegue chegar a um padrão, ou uma regularidade, na exposição ocupacional ao ruído de tal trabalhador. De fato a maior Dose registrada nesta metodologia foi de 366,03% para uma jornada de 8 horas de trabalho. Além disso, os demais eventos registrados indicam que tal trabalhador está constantemente exposto a ruídos elevados e variados, sendo que o TWA mínimo registrado no período foi de 82,92 dB(A), ou seja, acima do Nível de Ação.

Ainda quanto ao método da Dose Semanal conclui-se que os critérios que os mesmos nos trazem, ou seja, que a unidade pode ser ultrapassada, desde que o somatório das frações seja menor ou igual a cinco e que nenhuma das frações seja maior que três, foi ultrapassado em ambos os casos. Primeiramente pode-se citar o evento 5, onde a Dose foi de 366,03%, ou seja, maior do que 3 ou 300%. Em segundo lugar pode-se citar o somatório das frações dos sete eventos que fez um total de 1023,50%, superando assim, em 523,50% o somatório de 500% ou 5, valor máximo proposto pela ACGIH (2011), para um trabalho Salubre, através da utilização de seu método.

Logo ao se comparar os dois métodos nota-se que o perfil de exposição de tal trabalhador não pode ser representado por uma medição pontual, como é rotineiramente executado por Peritos, principalmente Judiciais. Pois, se fossem utilizados os métodos propostos pela NHO01 e a NR-15, dependendo do dia em que a medição for realizada os resultados podem sair tanto mais elevados, quanto mais reduzidos, e este resultado seria extrapolado para os demais dias laborais. Como aqui demonstrado, para este trabalhador qualquer resultado obtido por uma medição de um dia mostrar-se-ia muito discrepante com a realidade de exposição do mesmo, sendo assim, justifica a utilização de um método alternativo de aferição da exposição ocupacional ao ruído, mesmo que tal método seja internacional.

Independentemente dos resultados obtidos, ambos os métodos demonstram que o trabalhador está exposto a níveis elevados de ruído. Ao se analisar o TWA, para 8 horas de jornada, conclui-se que em todos os eventos apresentados, por ambas as metodologias, o referido ruído ficou acima do Nível de Ação, de 50% da Dose, proposto pela NR-15, logo, faz-se necessário a adoção de medidas que façam o mesmo ser reduzido.



### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DA PRESENÇA OU NÃO DE INSALUBRIDADE SEGUNDO AS METODOLOGIAS PROPOSTAS

Conforme já demonstrado, a avaliação ocupacional ao ruído nos dois trabalhadores objeto de estudo foi muito discrepante em vários aspectos. O Gráfico 5 demonstra as diferenças entre os perfis de exposição dos dois trabalhadores analisados, segundo o método da Dose Semanal de Ruído, proposto pela ACGIH (2011).

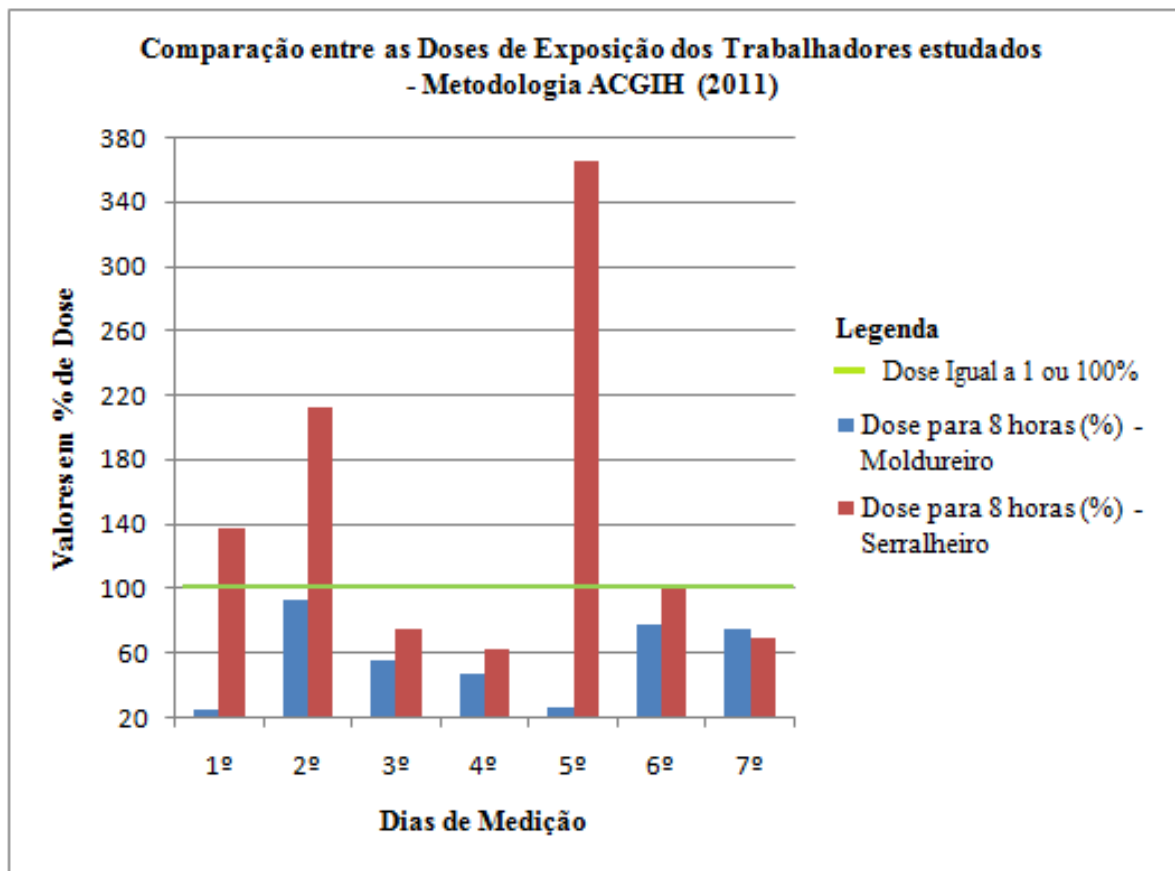


Gráfico 5 – Comparação entre as Doses de Exposição dos Trabalhadores Estudados - Metodologia ACGIH

Fonte: Autor (2012)

Já no Gráfico 6 está demonstrada a comparação dos resultados obtidos entre os dois trabalhadores através da utilização do proposto pela NR-15, ou Método da Dose Diária.

O primeiro trabalhador, ou Moldureiro, apresentou um perfil de exposição regular, com baixos níveis e baixas doses de exposição. Ao analisar-se os resultados obtidos por ambas as metodologias, nota-se que os limites de tolerância de 85 dB(A) e conseqüentemente a Dose de 100% não foram em nenhum evento ultrapassados. Com base no exposto podemos concluir que o exercício laboral deste trabalhador mostra-se Salubre em ambos os casos.

Já o segundo trabalhador, ou Serralheiro, apresentou um perfil de exposição muito irregular e com altos níveis de exposição. Ao analisar de forma isolada os dados do evento 8, obtidos em uma metodologia pontual, como é constantemente realizada em Perícias Judiciais, pode-se concluir que o trabalhador possui um perfil de exposição Salubre, visto que em tal evento o valor da Dose obtido para 8 horas foi de 94,58%, ou seja, menor do que 100%.

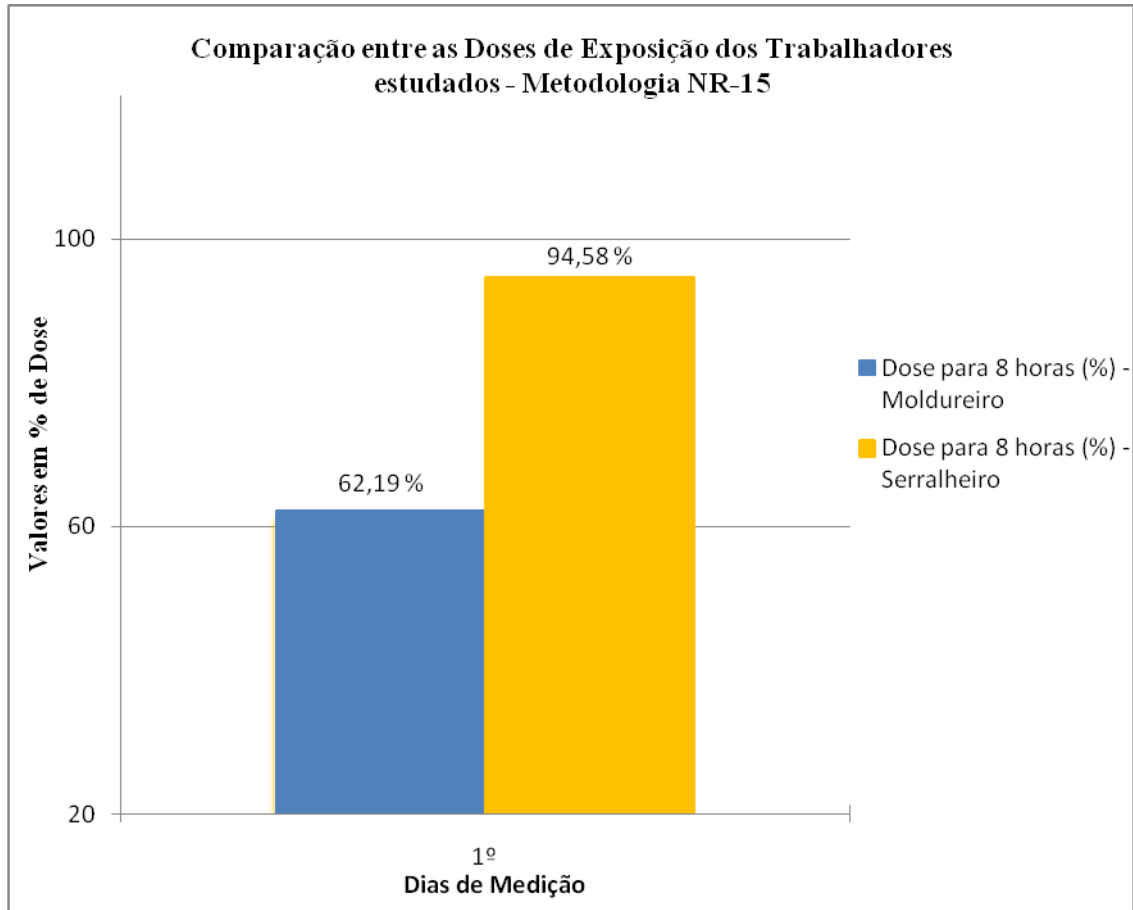


Gráfico 6 – Comparação entre as Doses de Exposição dos Trabalhadores Estudados – Metodologia NR-15

Fonte: Autor (2012)

Porém, ainda quanto ao Serralheiro, ao se analisar os níveis de exposição obtidos através da metodologia da Dose Semanal de Ruído, do evento 1 ao evento 7, nota-se que na realidade os níveis de exposição são elevados e muito variáveis durante o período de sete dias observados. Neste caso o método da Dose Diária, que é rotineiramente empregado não conseguiria realmente determinar de fato se o trabalhador em questão estaria ou não exposto a um trabalho Insalubre. Através dos dados obtidos, e frente ao fato de que os parâmetros máximos aceitáveis pela metodologia da ACGIH (2011) foram ultrapassados, pode-se concluir que o trabalho do Serralheiro é na realidade Insalubre, e esta conclusão vai de encontro com o apresentado no evento 8, baseado na NR-15.

#### 4.4 ATENUAÇÃO DE INSALUBRIDADE PARA OS REFERIDOS POSTOS DE TRABALHO PELO USO DE EPIs E REDUÇÃO DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO

No escopo deste trabalho não foram consideradas, para fim de análise comparativa, a realização das atividades diárias de ambos os trabalhadores como se os mesmos não estivessem utilizando Equipamentos de Proteção Individual – EPIs. De fato a utilização de EPIs por diversos trabalhadores consegue em muitos casos atenuar a Insalubridade, tornado consequentemente o trabalho Salubre.

Para fins demonstrativos, neste trabalho também foram feitas medições isoladas utilizando-se de um Decibelímetro, e posteriormente uma média, do Nível de Pressão Sonora - NPS dos equipamentos mais ruidosos utilizados pelos trabalhadores. Os resultados obtidos estão expostos no Quadro 8.

Função	Equipamento	Média do NPS	
<b>Moldureiro</b>	Serra Circular de Bancada 1	Sem Corte	83,8 dB(A)
		Com Corte	92,3 dB(A)
	Serra Circular Portátil (Tico-Tico)	Sem Corte	96,5 dB(A)
		Com Corte	100,8 dB(A)
	Fresa	Sem Corte	81,5 dB(A)
		Com Corte	89,3 dB(A)
Martelo	-	102,6 dB(A)	
<b>Serralheiro</b>	Serra Circular de Bancada 2	Sem Corte	105,1 dB(A)
		Com Corte	110,1 dB(A)
	Serra Circular de Bancada 3	Sem Corte	89,1 dB(A)
		Com Corte	106,8 dB(A)
	Furadeira 1	Sem Furo	80,5 dB(A)
		Com Furo	84,0 dB(A)
	Furadeira 2	Sem Furo	81,0 dB(A)
		Com Furo	85,2 dB(A)
	Furadeira 3	Sem Furo	96,3 dB(A)
		Com Furo	100,9 dB(A)
	Prensa Hidráulica	Com Furo	80,3 dB(A)
	Martelo	-	103,5 dB(A)
Serrote	-	90,4 dB(A)	

Quadro 8 – Média do Nível de Pressão Sonora dos Equipamentos Utilizados pelos Trabalhadores

Fonte: Autor (2012)

Ao se analisar o Quadro 8 notamos que alguns dos aparelhos utilizados pelos trabalhadores possuem níveis de ruído muito elevado em seu funcionamento. A Serra Circular

de Bancada 2, conforme apresentado na tabela, mostra-se o equipamento mais ruidoso dentre todos os apresentados.

Conforme já demonstrado anteriormente o Moldureiro mostrou um perfil de exposição diferente do que o do Serralheiro sendo que, em relação à Dose de Exposição e ao TWA, o trabalho do primeiro foi considerado Salubre, enquanto o do segundo foi considerado Insalubre.

Para fins demonstrativos, de como um Equipamento de Proteção Individual pode atenuar a Insalubridade escolhemos a função do Serralheiro e com ela será feita uma demonstração simples da possível atenuação da Insalubridade através do uso de EPIs e redução do tempo de exposição.

Durante o levantamento na empresa foi identificado que os trabalhadores estudados utilizavam como Equipamento de Proteção Individual o abafador de ruído 3M POMP, C.A. 14.235, com atenuação de 21 dB. Ao se analisar o Nível Equivalente de Ruído do Evento 5, da função de Serralheiro, nota-se que o valor do mesmo é de 90,64 dB(A), gerando conseqüentemente uma Dose Diária para 8 horas de Trabalho de 372,13%, ou seja, 272,13% a mais do que o permitido.

Conforme já comentado anteriormente, tal percentual elevado de Dose se deu pelo fato de que o trabalhador em questão utilizou durante um período significativo de tempo as Serras Circulares de Bancada, inclusive a aqui determinada como Serra Circular de Bancada 2, com NPS médio de 110,1 dB(A). Supondo que durante toda a jornada de trabalho de 480 minutos ou 8 horas, tal trabalhador utilizasse a Serra em questão, sem Equipamento de Proteção Individual. Através do cálculo da dose, utilizando-se de fator de duplicação da Dose igual a 5 dB(A), apresentado no Item 3.3 do escopo deste trabalho, concluir-se-ia de que o mesmo estaria exposto a uma Dose Diária de Ruído de 3.244,67%, valor este, extremamente alto e inaceitável.

Porém se for considerada a mesma situação de exposição, durante 480 minutos ou 8 horas, no mesmo equipamento, sendo que neste caso o trabalhador estaria utilizando o abafador atual com atenuação de 21 dB(A), haveria um cenário diferente. Neste caso, os 110,1 dB(A), gerados pelo equipamento em questão, seriam reduzidos significativamente para 89,1 dB(A). Ao serem refeitos os cálculos anteriores, utilizando-se deste novo valor detectou-se que a Dose Diária de Ruído será de 176,54%, valor muito menor do que os 3.244,67% calculados anteriormente.

Mesmo que o valor tenha sido reduzido ainda faz-se necessário a adoção de outras medidas para que tal Dose fique abaixo dos 100%, sendo assim, teoricamente, a exposição do

trabalhador ao ruído não lhe causará danos. No caso hipotético apresentado, do Serralheiro, a medida que deve ser tomada a seguir é a redução do tempo de exposição à fonte ruidosa. Ao serem refeitos os cálculos, utilizando os 89,1 dB(A) concluiu-se que para a Dose Diária permanecer abaixo de 100% o referido trabalhador não poderá ficar exposto a esta fonte por mais de 271 minutos. Porém esta exposição por si só corresponderia a 99,67% da Dose Diária, logo, recomenda-se que o mesmo utilize a referida Serra Circular de Bancada 2 por um período menor do que o proposto, e que nos dias em que o trabalhador em questão fizer o uso extensivo de tal equipamento, o mesmo dedique o resto do tempo de sua jornada de trabalho para realizar outras atividades, como a montagem de esquadrias, que é menos ruidosa.

Outra alternativa para reduzir a exposição ocupacional ao ruído é a troca do EPI atualmente utilizado, por outro modelo. Podemos recomendar, por exemplo, a utilização do abafador de ruído tipo Concha marca PELTOR, C.A. 12.190, com atenuação de 26 dB. Se utilizarmos tal protetor, no caso exemplificado, o trabalhador deixaria de estar exposto aos 110,1 dB(A) gerado pelo equipamento e passaria a estar exposto efetivamente a 84,1 dB(A). Refazendo os cálculos concluiu-se, de que neste caso, o trabalhador ao utilizar a Serra Circular de Bancada 2 durante 480 minutos estaria exposto a uma Dose de Ruído de apenas 88,27%, tornando assim o trabalho Salubre.

Conforme demonstrado, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual corretos e/ou a redução do tempo de exposição a fontes ruidosas são inversamente proporcionais a Dose de Exposição ao Ruído, logo a situação Insalubre a qual os trabalhadores estão expostos, conforme apresentado, pode ser atenuada com a adoção de práticas simples, tornando-se assim o trabalho Salubre.

## 5 CONCLUSÃO

Após tabulados os dados e comparados, verificou-se que a função de Moldureiro apresentou um perfil de exposição constante, com níveis aceitáveis de Exposição Ocupacional ao Ruído. Ao se analisar os dados obtidos através da utilização do método proposto pela ACGIH (2011) tem-se no Evento 2 a maior Dose detectada, de 91,3% e o somatório de todas as parcelas aferidas foi de 396,93%, ficando dentro dos limites de salubridade proposto por este método, ou seja abaixo de 500%. Já através dos parâmetros da NR-15 registrou-se uma Dose no Evento 8 de 62,19%. Assim, permanecendo a Dose em todos os eventos inferior a 100% ou o máximo permitido, sendo então o trabalho considerado Salubre.

Por outro lado, as Doses detectadas no Serralheiro apresentaram-se muito variadas dependendo do dia de trabalho. Através da utilização do proposto pela ACGIH (2011) verificamos que no Evento 5 temos a maior Dose detectada, de 366,03%, ficando acima do máximo diário permitido por tal método, que é de 300%. Enquanto a menor detectada se deu no Evento 4, atingindo 61,92%, o somatório das parcelas de todos os eventos foi de 1023,50%, sendo assim o trabalho é considerado Insalubre segundo o proposto por este método, que não permite que a dose em qualquer evento ultrapasse 3 ou 300% e que o somatório dos eventos ultrapasse 5 ou 500%. Quanto ao avaliado pelos parâmetros propostos pela NR-15 a Dose registrada foi de 75,27%. Sendo assim, frente ao exposto conclui-se que a avaliação da exposição de tal trabalhador durante apenas um dia de trabalho não é representativa e não condiz com a realidade.

Frente a esta exposição conclui-se que para determinadas funções, como a do Serralheiro estudado, uma averiguação da Dose de Exposição Ocupacional ao Ruído não pode ser feita durante apenas um período ou um dia de trabalho, conforme é recomendado pelas Normas nacionais e amplamente utilizado em Perícias Judiciais, pois afinal, o perfil de exposição que seria apresentado estaria sujeito ao mero acaso, dependendo do dia em que a Perícia seria realizada.

No presente estudo conseguiu-se provar que a utilização de uma metodologia alternativa, como a da ACGIH (2011), pode caracterizar um trabalho como Insalubre. Conforme demonstrado, se fossem considerados apenas os dados obtidos através dos métodos usuais da NHO01 E NR-15, o Serralheiro estaria realizando um trabalho Salubre, enquanto na realidade, segundo o demonstrado pelo Método da Dose Semanal de Ruído, o mesmo mostra-se Insalubre com relação ao Agente Físico Ruído.

Concluí-se também que a Insalubridade detectada poderá ser atenuada se forem adotadas medidas simples como a troca do Equipamento de Proteção Individual utilizado pelos trabalhadores, bem como a redução do tempo de exposição às fontes ruidosas.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Apresentação de citações em documentos: procedimento*. NBR 10520. Rio de Janeiro, 1988.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023 - *Referências bibliográficas*. Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Quantidades, unidades e símbolos das grandezas acústicas fundamentais*. Rio de Janeiro, v.7, n.45, p. 50-72, 1959.
- ACGIH. American Conference of Government Industrial Hygienists. *Limites de Exposição Ocupacional (TLVs<sup>®</sup>) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs<sup>®</sup>)*. Tradução: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais ABHO<sup>®</sup>. São Paulo, 2011.
- GAVENA, Antônio *et.al.* *Curso de Formação de Operadores de Refinaria: Segurança Industrial*. Curitiba: UnicenP, 2002.
- IIDA, Itiro. *Ergonomia: projeto e produção*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- KNAPIK, M.C. Escola de Formação Básica Multiplicadora da Economia Popular Solidária. *O Trabalho Humano: Das Sociedades Comuns ao Modo de Produção Feudal*. 2.ed. Ouro Fino: Gráfica Popular, 2004. p. 5-10.
- SALIBA, Tuffi Messias. *Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído*. 6.ed. São Paulo: LTr, 2011.
- SALIBA, Tuffi Messias; CORRÊA, Márcia A. Chaves. *Insalubridade e Periculosidade – Aspectos Técnicos e Práticos*. 4. Ed. Atualizada. São Paulo, LTr, 1998.
- SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961. p. 30-65.
- Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. *Técnicas de Avaliação de Agentes Ambientais: Manual SESI*. Brasília: SESI/DN, 2007.
- TORREIRA, P. Raúl. *Segurança Industrial e Saúde*. São Paulo: Libris, 1997.
- VIEIRA, Sebastião Ivone *et. al.* (Org.). *Manual de Saúde e Segurança do Trabalho*. 2.ed. São Paulo: LTr, 2008. p. 39-55



## LEGISLAÇÕES CONSULTADAS

BRASIL. *Consolidação das Leis do Trabalho, Decreto-Lei nº5.442*. Brasília: Senado Federal, 1943.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. *Lei nº 6.514, de 22 de Dezembro de 1977*. Brasília: Congresso Nacional, 1977.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-6*. Manuais de Legislação Atlas, 68ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2011a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-9*. Manuais de Legislação Atlas, 68ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2011b.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-12*. Manuais de Legislação Atlas, 68ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2011c.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-15*. Manuais de Legislação Atlas, 68ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2011d.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-18*. Manuais de Legislação Atlas, 68ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2011e.

## SITES CONSULTADOS

Agência Européia para a Segurança e Saúde no Trabalho. Reduzir o Ruído. Disponível em:

<[http://osha.europa.eu/pt/topics/noise/reducing\\_noise\\_html](http://osha.europa.eu/pt/topics/noise/reducing_noise_html)>. Acessado em: Junho de 2012.

CARTES, Omar. A História do Trabalho. Disponível em:

<[http://www.guatimozin.org.br/artigos/hist\\_trabalho.htm](http://www.guatimozin.org.br/artigos/hist_trabalho.htm)>. Acessado em: Junho de 2012.

DANTAS, G.C. Nomadismo. Disponível em:

<<http://meuartigo.brasilecola.com/curiosidades/nomadismo.htm>>. Acessado em: Julho de 2012.

Jornal do Brasil. Custo dos Acidentes do Trabalho no Brasil é de R\$ 70 Bilhões/ano, 2011.

Disponível em:

<<http://www.jb.com.br/pais/noticias/2011/10/20/custo-dos-acidentes-de-trabalho-no-brasil-e-de-r-70-bilhoesano/>>. Acessado em: Julho de 2012

3M do Brasil. Proteção Auditiva. Catálogo. Disponível em:

<<http://multimedia.3m.com/>>. Acessado em: Julho de 2012

**ARTIGOS DE REVISTAS**

BERTOLI, Stelamaris R.; MAIA, Paulo A.; GOUVÊA, Tatiana C. *Controle da exposição ao ruído em canteiros de obras*. Revista CIPA. p.30, ano XXIII, ed. 271, 2002.

FARIAS, Fábio F; DANTAS, Amélia Andrade. *A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) nos músicos de Aracajú*. Revista CIPA. p.46, ano XXI, ed. 254, 2001.

SILVA, Carlos R.; SILVA, Marco A.COSTA; SOUZA, Juliana C.C., *et. al. Ergonomia: Um Estudo Sobre sua Influência na Produtividade*. São Paulo, ago, 2009. Revista de Gestão USP. Disponível em < <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rege/v16n4/v16n4a05.pdf>>

## ANEXOS



## Certificado de Calibração

## Nº 45.621.A-12.11

Data: 21.12.2011

**Ciente:** Willy Schulz Neto & Cia Ltda  
Avenida Bruno Zuttion, 3264/207 – Centro Sede – Realeza/PR

**Instrumento:** Dosímetro de ruído  
**Marca:** Instrutherm

**Modelo:** DOS-500  
**Número de série:** 021101167

**Procedimento de calibração:** PCA-007 - Rev. A

**Rastreabilidade:**

065 - Calibrador de nível sonoro classe 1, modelo CAL-1000, marca: Instrutherm, número de série: N236362, certificado de calibração: A0266/2010, emitido pelo LABELO (INMETRO), com validade até agosto de 2012.

031 - Multímetro digital, modelo MDB-450, marca: Instrutherm, número de série: 16138, certificado de calibração: 137206, emitido pelo laboratório Centro Tecnológico de Metrologia (INMETRO), com validade até outubro de 2012.

**Configuração do dosímetro em teste**

Tempo de Resposta: Slow  
Nível de Critério: 85  
Nível Limiar: 80  
Taxa de Troca: 5

**Condições Ambientais:**

Temperatura: 22,0°C ±0,2°C  
Umidade Relativa do Ar: 60% UR ±7%UR

**Resultado da calibração:**

*Nível sonoro em dB(A)*

Valor verdadeiro convencional	Valor no instrumento em calibração	Erro (dB)	± Incerteza (dB)
80,0	<b>80,1</b>	0,1	0,13
85,0	<b>85,1</b>	0,1	0,13
90,0	<b>90,0</b>	0,0	0,13
94,1	<b>94,1</b>	0,0	0,13
114,1	<b>114,1</b>	0,0	0,13

*% Dose*

Valor verdadeiro convencional *		Valor no instrumento em teste	Erro (%DOSE)	± Incerteza (%DOSE)
dB	%DOSE			
114,1	117,70	<b>117,70</b>	0,00	0,65

\* %Dose correspondente a exposição de 10 minutos, sob um nível sonoro de 114,1 dB(A) na frequência de 1 KHz.

**Notas:**

A incerteza de medição é considerada a partir de uma incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência de  $k=2,0$ , para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%, determinada em conformidade com o procedimento PCG-003.

Esse certificado refere-se exclusivamente ao item calibrado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.

O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações.

Recomendamos recalibrar o instrumento 01 ano após a data de emissão deste certificado.

*Faiblan Ferreira*  
Responsável Técnico

Soluções Inteligentes em Instrumentos para Análise de Riscos Físicos, Químicos, Biológicos e Ergonômicos

E-mail: [certificados@criffer.com.br](mailto:certificados@criffer.com.br)  
(51) 3033.4999 - [www.criffer.com.br](http://www.criffer.com.br)