

ANDRÉ LOMONACO BELTRAME
BIANCA FOGGIATTO
TATIANE MARIN

ANÁLISE COMPARATIVA DE LEGISLAÇÕES DE RUÍDO OCUPACIONAL

EPMI
ESP/EST-2008
B419a

São Paulo
2008

ANDRÉ LOMONACO BELTRAME
BIANCA FOGGIATTO
TATIANE MARIN

ANÁLISE COMPARATIVA DE LEGISLAÇÕES DE RUÍDO OCUPACIONAL

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo, para obtenção de título de
Engenheiro de Segurança do
Trabalho.

São Paulo
2008

RESUMO

O nível de ruído influencia diretamente a qualidade de vida de toda a população, seja no local de trabalho ou na vida privada todos estão sujeitos a algum tipo de ruído durante toda a vida. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo a realização de um levantamento e uma comparação das legislações relacionadas a ruído ocupacional existentes em diversos países. A metodologia adotada contou com uma pesquisa em bibliotecas especializadas, como por exemplo a do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PMI-EPUSP), da Faculdade de Saúde Pública da mesma universidade (FSP-USP) e da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO). Também foram feitas pesquisas na internet, nas quais foram consultadas publicações em revistas nacionais e internacionais pelo sistema de pesquisa da rede interna da Universidade de São Paulo (SCIELO, SCOPUS e "Science Direct"). A metodologia de análise foi baseada nos seguintes parâmetros: país, nível-critério, fator de troca, nível de ação, nível-critério de pico. Como resultado da pesquisa realizada, obteve-se discussões sobre as dificuldades encontradas, a análise dos dados coletados, a atualização das normas, o fator de troca e sua relação com a PAIR e o nível A-ponderado, bem como sobre uma comparação detalhada entre a norma NR-15 e a norma da FUNDACENTRO. Também foram abordadas questões relativas às medidas de controle de ruído. Como conclusão, os autores verificaram que não há conhecimento científico suficiente para definir o limiar exato entre níveis de ruído em que a audição dos trabalhadores expostos humana é totalmente protegida, de maneira que as medidas de controle sejam economicamente viáveis.

Palavras-chave: ruído, ocupacional, legislação e perda auditiva.

ABSTRACT

Noise exposure level directly affects quality of life of all the population in the world, either during labour or in their own private life. The present work aims to find noise exposure regulations in different countries and compare them. The methodology was based on researching available knowledge in the University of São Paulo's Department of Mining and Petroleum Engineering, at Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho's library and at the Public Health Faculty of the University of São Paulo. The internet was also searched for any relevant articles or publications, such as specific country's legislations. The analysis were made based on these parameters: country, criterium-level, exchange-rate, engineering level and peak level. As a result of this research discussions were made about the problems that were faced (such as a language barrier in finding laws for countries that did not have english, portuguese or spanish versions), the actual analysis of the data, how often they are updated, the exchange rate and how it relates to hearing losses. Also a comparision was made between the regulating standard NR-15 and the standard created by FUNDACENTRO, as well as engineering measures and noise exposure controls. As a conclusion it was found that there is no scientific consensus on exact noise exposure levels that will fully protect the human hearing in a way that the controls are economically possible.

Keywords: noise exposure, legislation, hearing loss, occupational.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Sérgio Médici de Eston pelas oportunidades oferecidas.

A Professora Maria Renata Machado Stelin pela ajuda relativa a formatação da forma e do conteúdo deste trabalho.

Aos familiares dos autores por tornarem o trabalho possível.

Aos companheiros dos autores pela paciência demonstrada durante o curso e na elaboração do trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento das reclamações de ruído.	1
Figura 2 – Curvas de atenuação.....	6
Figura 3 – Decibelímetro.....	8
Figura 4 – Dosímetro.	8
Figura 5 - Sistema auditivo humano	9
Figura 6 - Exposição ocupacional ao ruído nos Estados Unidos	13
Figura 7 - Efeito de normas na sociedade	14
Figura 8 – Limites de exposição para ruídos contínuos ou intermitentes.	31
Figura 9 – Limites para ruído de impacto ou impulso.	32
Figura 10 – Grupos de ruído de impacto.	32
Figura 11 – Correção do limite de exposição.....	33
Figura 12 - Tempo máximo permissível NR-15 x FUNDACENTRO.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intensidade das fontes e a unidade Bel.	5
Tabela 2 - Graus de perda auditiva.	11
Tabela 3 - Critério de tomada de decisão.	27
Tabela 4 - Limites para ruídos contínuos ou intermitentes.....	32
Tabela 5 - Normas de diversos países.....	38
Tabela 6 - Comparação NR-15 e NHO-01 para ruído contínuo ou intermitente.....	45
Tabela 7 - Comparação NR-15 e NHO-01 para ruído de impacto.....	45

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CLT – Consolidação das leis do Trabalho
EPA – “Environmental Protection Agency”
EPI – Equipamento de Proteção Individual
FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INSS – Instituto Nacional da Seguridade Social
ISO – “International Standards Organization”
LEO – Limites de Exposição Ocupacional
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
NHO – Normas de Higiene Ocupacional
NIOSH – “National Institute for Occupational Safety and Health”
NB – Normas Brasileiras
NR – Norma Regulamentadora
OIT – Organização Internacional do Trabalho
ONU – Organização das Nações Unidas
OMS – Organização Mundial de Saúde
OSHA – “Occupational Safety and Health Administration”
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PPPA – Programa de Prevenção de Perdas Auditivas
TTS – Temporary Threshold Shift
ODCE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
MSHA – Mine Safety and Health Administration
NOES – National Occupational Exposure Survey
ACGIH – American Conference of Industrial Hygienists
ANSI – American National Standards Institute
NPS – Nível de Pressão Sonora
PMI – Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo
FSP-USP – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Justificativa	2
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Conceitos fundamentais do ruído	3
2.2 Parâmetros de ruído	5
2.2.1 Curvas de Atenuação	6
2.2.2 Nível de Pressão Sonora	6
2.2.3 Critério de Referência	7
2.2.4 Fator de troca	7
2.2.5 Dose	7
2.4 Instrumentos de medições acústicas.....	8
2.5 Efeitos do ruído sobre a saúde	9
2.6 Avaliação diagnóstica	11
2.7 Avaliação do ruído	11
2.8 Identificação do ruído ocupacional	12
2.9 Normas e legislações para ruído ocupacional	14
2.9.1 Órgãos regulamentadores	15
2.9.1.1 ABNT	15

2.9.1.2 ACGIH	15
2.9.1.3 ANSI	15
2.9.1.4 EPA	16
2.9.1.5 FUNDACENTRO	16
2.9.1.6 INSS	16
2.9.1.7 ISO	17
2.9.1.8 OIT	17
2.9.1.9 MTE	17
2.9.1.10 NIOSH	17
2.9.1.11 União Européia	18
2.9.2 Histórico Legislativo	18
2.9.2.1 Estados Unidos.....	18
2.9.2.2 Brasil.....	20
2.9.2.3 Países da União Européia	27
2.9.2.4 Austrália.....	29
2.9.2.5 Japão	30
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 Coleta de Dados	34
3.2 Análise Comparativa.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35

4.1 Dificuldades	35
4.2 Análise dos Dados	36
4.3 Atualizações das Normas	38
4.4 Fator de Troca	38
4.5 Fator de troca x PAIR	41
4.6 Nível A-ponderado x PAIR	42
4.7 NR 15 x FUNDACENTRO	43
4.8 Medidas de Controle	46
5 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O nível de ruído influencia diretamente a qualidade de vida de toda a população, seja no local de trabalho ou na vida privada todos estão sujeitos a algum tipo de ruído durante toda a vida. Existem registros da antiguidade onde o governante Marcus Ulpius Nerva Traianus (53-117 d.c) de Roma tentou reduzir o ruído gerado pelas carroças diminuindo o número de construções. Como resultado das leis de Traianus o carregamento e descarregamento de materiais de construção acabavam acontecendo durante a noite.

A preocupação com o bem estar da saúde e com o controle de ruídos ambientais não é então uma novidade. Entretanto, a regulamentação e a metodologia utilizada para verificar os níveis de ruído tanto em ambientes de trabalho como na sociedade são relativamente novas, visto que a legislação brasileira adotou apenas em 1978 limites de tolerância para ruído ocupacional.

O ruído foi considerado como terceiro maior poluidor ambiental na reunião ECO-92, estudos ligados a Cooperação de Desenvolvimento Econômico (ODCE) mostram que cerca de 110 milhões de trabalhadores estão expostos a ruídos que provocam danos a saúde humana (BRASIL, 2006).

A preocupação com o ruído vem crescendo nos últimos anos, como podemos ver na Figura 1, o número de reclamações recebidas pelo governo da Inglaterra está em clara ascensão.

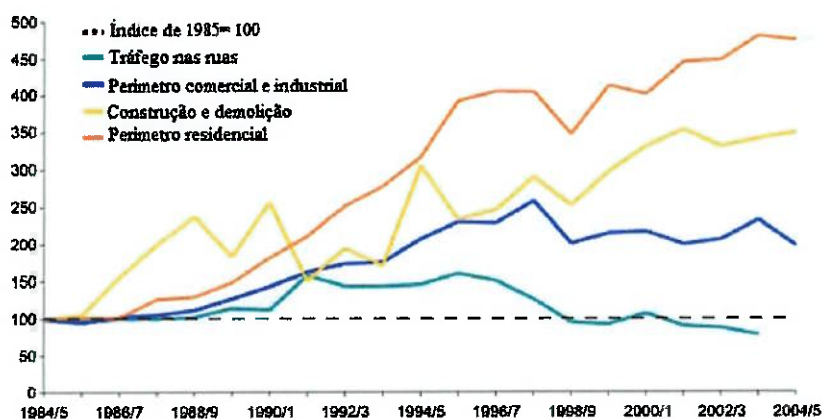


Figura 1 - Crescimento das reclamações de ruído.

Fonte: England, 2008.

Um grande problema da análise de ruídos é a falta de dados sobre como este agente afeta a população trabalhadora e a sociedade. Na reunião da Organização das Nações Unidas feita em 1998 sobre estatísticas e indicadores ambientais ficou explicitada a falta de dados sobre poluição sonora (ONU, 1998).

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é fazer um levantamento e uma comparação das legislações relacionadas a ruído ocupacional existentes em diversos países e verificar se há consenso entre os níveis de ruído adotados por estes países.

1.2 Justificativa

As diferenças entre os parâmetros de ruído (como por exemplo: o fator de troca e o nível-critério) adotados por diferentes países e institutos traz perguntas sobre qual é o melhor método e qual nível de exposição adotado é o mais correto para preservar a saúde auditiva dos trabalhadores. Conhecer essas diferenças e entender os motivos pelos quais os fatores são adotados por um país como legislação podem permitir ao Engenheiro de Segurança do Trabalho adotar níveis mais baixos dos que os permitidos, pelo conhecimento dos possíveis danos que os limites permitidos possam causar ao sistema auditivo do trabalhador.

Para poder analisar estas diferenças e conhecer as justificativas, um trabalho de levantamento das legislações e dos conceitos utilizados para a decisão dos níveis a serem respeitados se torna necessário. Apenas apresentar os níveis de cada legislação ou norma não permitiriam uma análise, pois é necessário compreender cada parâmetro e ter um histórico da evolução dos conceitos, o que motivou a pesquisa da literatura sobre os fatores e as instituições que influenciam na formação das leis, normas, diretrizes e recomendações.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para a compreensão e a definição dos parâmetros a serem comparados é necessário primeiro entender o que é ruído e quais são seus componentes básicos. Também serão apresentadas nesta revisão as instituições não governamentais que publicam limites relacionados ao ruído, bem como os limites adotados por estas ao longo dos anos, em um histórico legislativo.

2.1 Conceitos fundamentais do ruído

O som pode ser definido como uma sensação produzida no sistema auditivo e o ruído como um som sem harmonia, de conotação negativa (BISTAFA, 2006). Fisicamente, o som é resultado de uma variação da pressão ambiente que é detectado pelo sistema auditivo.

Segundo a norma ISO 2204 (Acoustics) de 1973, os ruídos podem ser classificados de acordo com a variação de nível de intensidade com o tempo em: ruídos contínuos, intermitentes ou de impacto. O ruído contínuo é o ruído com pequenas variações dos níveis, até 3 dB, durante o período de observação. O ruído intermitente ou interrompido é o ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante o período de observação superior a 3 dB. Por fim, o ruído de impacto ou de impulso é aquele que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um segundo.

É interessante definir os parâmetros pelos quais um som é definido, encontrando entre eles principalmente:

- Período: é o intervalo de tempo decorrido para que um ciclo se complete na curva de variação da pressão ambiente com o tempo.
- Frequência: é o inverso do período. Definido matematicamente por

$$f = \frac{1}{T}$$

- Comprimento de onda: é a distância entre dois picos de uma onda. Normalmente definido pela letra grega lambda (λ). Se relaciona com a frequência pela seguinte equação:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Onde: c é a velocidade do som, f é a frequência da onda.

Quando tratamos do ruído como agente físico, é preciso caracterizar um parâmetro que possa ser relacionado com o efeito do mesmo no corpo humano. A pressão sonora é a grandeza mais importante para esta finalidade. Define-se então a pressão sonora como a variação da pressão causada por uma onda sonora.

Como a variação em unidade de pressão é muito grande é utilizada a unidade decibel, definida conforme formula abaixo, para a unidade de pressão:

$$Lp = 20 \log \frac{p_{eficaz}}{p_o}$$

Onde: P_o é a pressão de referência [20 μ Pa].

A unidade em que se mede o nível de pressão sonora é o Bel.

A Tabela 1 mostra as diferenças na comparação de ruídos, a utilização da unidade decibel é facilitadora quando estudados os fenômenos relacionados a ruído pois tornam os cálculos mais simples, apesar de poderem esconder a ordem de magnitude das energias envolvidas em cada situação.

Tabela 1 – Intensidade das fontes e a unidade Bel.

Fonte Sonora	Unidades Lineares	Decibel
Limite de Audibilidade	1	0
Folhas de árvore balançando	10	10
Fazenda calma	100	20
Sussurro	1000	30
Torneira Pingando	10,000	40
Conversa de voz baixa	100,000	50
Conversa em tom normal	1,000,000	60
Carro parado	10,000,000	70
Compressor enclausurado	100,000,000	80
Trator	1,000,000,000	90
Compressor	10,000,000,000	100
Perfuratriz	100,000,000,000	110
Bate Estaca	1,000,000,000,000	120
Rebitadeira	10,000,000,000,000	130
Ferramenta com motor de explosão	100,000,000,000,000	140

Fonte: WORKSAFE SASK, 2008.

2.2 Parâmetros de ruído

É necessário conhecer os parâmetros de ruído que serão comparados em cada norma ou legislação. A comparação feita sem este conhecimento se torna vazia, pois não permite uma análise crítica dos dados.

2.2.1 Curvas de Atenuação As curvas de atenuação são filtros que tentam adaptar o nível total de energia a certas situações. Existem os filtros A, B, C e D:

- **Filtro A:** O filtro A corresponde a uma aproximação da percepção do ruído pelo corpo humano para ruídos moderados. Sua utilização é identificada pela unidade dB(A).
- **Filtro B:** O filtro B corresponde a resposta do corpo humano para ruídos medianos. Sua utilização é indicada pela unidade dB(B). É um filtro pouco utilizado nas medições práticas.
- **Filtro C:** O filtro C corresponde a resposta do corpo humano para ruídos elevados. Sua utilização é indicada pela unidade dB(C) ou dB(C).
- **Filtro D:** Foi criado para situações específicas como sobrevôo de uma aeronave. Sua utilização é identificada pela unidade dB(D).

Quando não é utilizado nenhum filtro, a medição é linear e representamos apenas por dB ou dB(Lin).

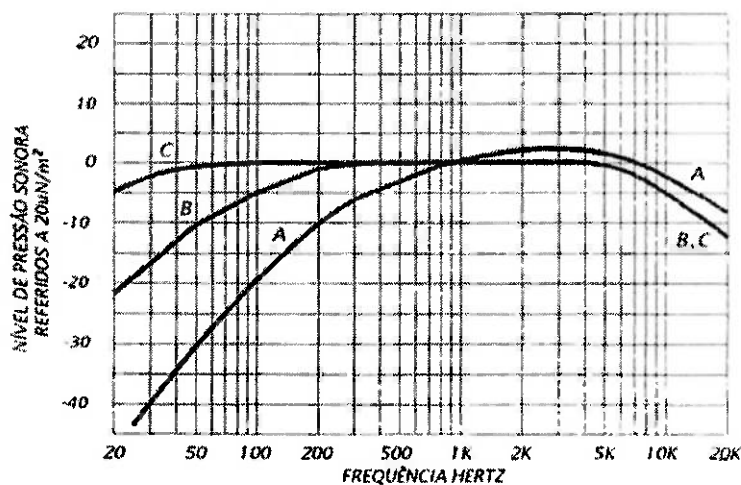


Figura 2 – Curvas de atenuação.

Fonte: Larguesa, 2008.

2.2.2 Nível de Pressão Sonora

O nível de pressão sonora é o valor instantâneo da variação da pressão atmosférica devido a qualquer vibração que ocasione esta variação (ABEL, 2008). A

unidade do nível de pressão sonora é o decibel e podem ser utilizadas as curvas de atenuação A, C, B, D ou Linear.

2.2.3 Critério de Referência

O critério de referência corresponde ao nível médio que após 8 horas de exposição gerará uma dose de 100%.

2.2.4 Fator de troca

O fator de troca (normalmente indicado pela letra q) é um 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.

2.2.5 Dose

A dose é um parâmetro utilizado para caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora, tendo por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida, definida com base no nível de critério e no fator de troca (FUNDACENTRO, 2001).

O limite de tolerância da dose diária de ruído é 100%.

2.4 Instrumentos de medições acústicas

Os instrumentos utilizados para medições de ruído podem ser classificados em duas categorias principais:

- Decibelímetros: são os equipamentos que medem apenas o nível de pressão sonora.



Figura 3 – Decibelímetro.

Fonte: TEXAS INSTRUMENTS, 2008.

- Dosímetros: são os equipamentos que medem o nível de pressão sonora e também calculam a dose a que o indivíduo está exposto.



Figura 4 – Dosímetro.

Fonte: TEXAS INSTRUMENTS, 2008.

2.5 Efeitos do ruído sobre a saúde

Ao chegar a um indivíduo o som percorre a aurícula, o conduto auditivo externo, o tímpano, os ossículos da orelha média, o líquido interior da cóclea e o nervo auditivo. A superexposição ou exposição prolongada pode causar danos no trato condutivo ou do sistema neurossensorial. A perda auditiva por conta dos danos gerados a estes dois sistemas são definidas pelo INSS (1998) como a "perda auditiva neurossensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora".

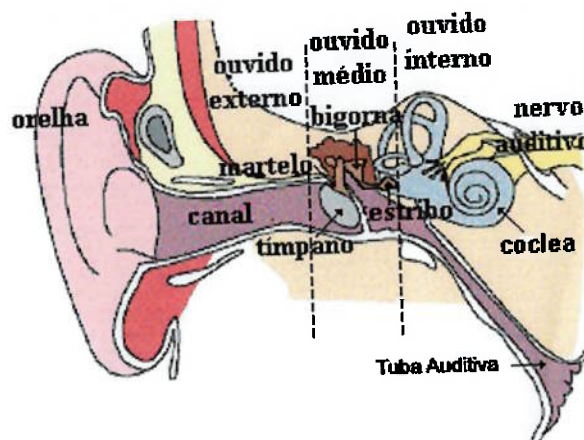


Figura 5 - Sistema auditivo humano

Fonte: DANIALEX, 2008.

É necessário, portanto, definir o que é um nível elevado de pressão sonora e qual a duração aceitável de uma exposição.

Existem limites de exposição para a comunidade, chamados de limites ambientais, e limites de exposição para ambientes de trabalho, chamados de limites ocupacionais. Serão tratados no presente trabalho os limites ocupacionais, ou seja, aqueles decorrentes da exposição ao ruído em ambientes de trabalho. Segundo Chasin (*apud* MARQUES *et. al.*, 2006), a exposição ao ruído é a principal causa da perda auditiva em indivíduos adultos, mas tal exposição está sujeita à prevenção. A investigação de da exposição e suas consequências para a audição tem sido uma preocupação constante no campo da segurança e saúde no trabalho, envolvendo crescentes estudos para melhor entender e delimitar a ocorrência da perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional, comumente chamada de PAIR (ALMEIDA *et. al.*, 2000 e GLORIG, 1980).

A exposição ao ruído é um risco à saúde dos trabalhadores que acarreta na incapacidade auditiva e em conseqüências não-auditivas da perda (como por exemplo, problemas cardiovasculares, digestivos, irritabilidade, ansiedade e isolamento), além de perturbar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação dos seres humanos.

O ruído também diminui o nível de atenção e aumenta o tempo de reação do indivíduo frente a estímulos diversos isso favorece o crescimento do número de erros cometidos e de acidentes que repercute negativamente na qualidade e produtividade. (CORRÊA FILHO *et. al.*, 2002)

Ainda, segundo Corrêa Filho (2002), a PAIR é uma doença insidiosa, que vem crescendo ao longo dos anos, apresentando relação direta com a intensidade, tempo de exposição e a susceptibilidade individual do trabalhador ao ruído.

Embora a PAIR seja uma doença de alta prevalência nos países industrializados, incluindo-se o Brasil, os estudos sobre a sua história natural são escassos.

A incapacidade auditiva foi classificada em graus de incapacidade em termos de inteligibilidade da fala pelo Comitê de Audição da Academia Americana de Oftalmologia e Otorrinolaringologia (*apud* USA, 1998). Assim, baseando-se no deslocamento médio do limiar de audibilidade em diferentes freqüências, uma perda de 25 dB já é considerada suficiente para causar diminuição da inteligibilidade da fala, conforme mostra a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Graus de perda auditiva.

Classe	Grau de Incapacidade Auditiva	Deslocamento Médio do Limiar de Audibilidade em 500, 1000 e 2000 Hzs (na melhor orelha)		Inteligibilidade da Fala
		Mais que (dB)	Não mais que (dB)	
A	Não Significativo	-	25	Sem dificuldade com voz fraca
B	Pequeno	25	40	Dificuldade somente com voz fraca
C	Suave	40	55	Freqüentemente difícil com voz normal
D	Expressivo	55	70	Freqüentemente difícil com voz alta
E	Severo	70	90	Entendimento possível somente com voz gritada ou amplificada
F	Extremo	90	-	Geralmente não consegue entender voz amplificada

Fonte: BISTAFA, 2006.

2.6 Avaliação diagnóstica

O objetivo do diagnóstico é a identificação, qualificação e quantificação da perda auditiva, como medida preventiva para evitar seu agravamento e permitir que medidas efetivas de proteção sejam tomadas. Segundo Cézar (2008), entre os profissionais envolvidos neste diagnóstico pode-se citar o médico do trabalho, o otorrinolaringologista e o fonoaudiólogo.

O otorrino faz um diagnóstico diferencial com base na avaliação realizada pelo fonoaudiólogo, a qual pode contar anamnese clínica e ocupacional, otoscopia e exames audiométricos. A audiometria é o principal exame realizado em indivíduos que trabalham em ambientes sonoros insalubres, e que necessitam de monitoramento audiológico para conservação de sua audição, pelo menos uma vez ao ano. O exame audiométrico é realizado em cabine acústica com audiômetro calibrado nas frequências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz, em que são avaliados os limiares tonais. O audiograma traz informações sobre a detecção de alterações auditivas (diferença a partir de 10 dB no limiar tonal admissional) e progressão de perdas auditivas nos trabalhadores.

Todo trabalhador exposto a ruído deve ter uma ficha audiológica com dados destas avaliações realizadas, o que permite detectar perdas auditivas. Para o diagnóstico destas alterações auditivas, decorrentes de exposição ruído, é necessário também analisar a história laboral e extralaboral do indivíduo, bem como suas principais queixas e sintomas. Uma vez detectada a PAIR, é necessário tomar providências para garantir que a perda se mantenha estacionária com o compromisso de prevenção e promoção de saúde.

Dentro do contexto prevencionista, o ruído ao qual o trabalhador é exposto deve ser avaliado e controlado, segundo as normas e legislações vigentes.

2.7 Avaliação do ruído

A avaliação do ruído é uma atividade considerada bastante complexa, pois a reação das pessoas ao ruído depende das características da exposição e do ruído, bem como da sensibilidade do sistema auditivo do indivíduo submetido à esta exposição.

Existem diversas fontes na literatura que sugerem métodos para a avaliação de ruído. O ruído é associado a critérios de aceitabilidade que refletem o grau de incômodo às atividades humanas, o que torna a avaliação mais objetiva, além de permitir a classificação dos níveis de ruído e sua associação com medidas mitigadoras. Segundo Bistafa (2006), estes métodos servem de subsídio para sugestão de normas e legislações.

Diversos países, através de agências regulamentadoras e órgãos normalizadores estabeleceram métodos para quantificar e avaliar o impacto que o ruído produz. Estes métodos podem ser aplicados em diferentes situações: ruído comunitário, ruído ambiental e ruído industrial. O presente trabalho trata apenas da exposição ao ruído ocupacional.

2.8 Identificação do ruído ocupacional

Antes da revolução industrial, poucas pessoas eram expostas a altos níveis de ruído, mesmo assim, já era observada a perda de audição causada pela exposição ao ruído (USA, 1998). A partir desta revolução e do advento da energia a vapor, foi a primeira vez que ruído foi visto como uma questão de origem ocupacional. A crescente mecanização da indústria tem, desde então, proliferado os problemas relacionados ao ruído.

Foi na década de 40 que países então industrializados (Estados Unidos e países da Europa) passaram a estudar os motivos que levam a perda da audição, tendo em vista o alto custo social e econômico que o ruído passou a acarretar às indústrias, como consequência de constantes processos judiciais e indenizatórios.

No ano de 1981, a EPA (USA, 2008) estimou que 9 milhões de americanos estivessem expostos a ruído ocupacional diário de 80 dB(A). O NIOSH (2008) realizou o "National Occupational Exposure Survey – NOES" entre os anos de 1981 e 1983, o qual permitiu que dados sobre as condições de segurança ocupacional estabelecessem o cenário da exposição nos EUA. Foram avaliados 24,2 bilhões de trabalhadores da indústria e manufatura e 16,9% destes foram classificados como expostos ao ruído, neste caso, a ruídos acima de 85 dB(A).

O NIOSH também coletou informações sobre a indústria de mineração no chamado "National Occupational Health Survey of Mining – NOHSM" (NIOSH, 1998). No período de 1984 a 1989, cerca de 230 milhões de trabalhadores da mineração

foram avaliados e como resultado 84.5% dos trabalhadores sendo julgados expostos ao ruído.

A partir das informações obtidas nas pesquisas realizadas, a identificação dos locais onde o ruído ao qual o trabalhador é exposto em ambientes de trabalho passou a ser imprescindível. Assim, foi verificada a necessidade de uma avaliação do ruído a que trabalhadores estão expostos, contendo uma caracterização das fontes de ruído nos locais de trabalho e a identificação dos trabalhadores afetados.

No ano de 1996, o NIOSH (*opt. cit.*) elaborou um questionário que abrange os programas de prevenção da perda auditiva. O instituto propôs que este questionário seja anualmente utilizado para auditoria do programa e identificação de pontos que necessitam correção. Este questionário é dirigido a médicos do trabalho, engenheiros e técnicos de segurança envolvidos no programa (ver Anexo I – Fonte: FUNDACENTRO)

O Departamento de Trabalho dos Estados Unidos estima que só na indústria transformadora, quase meio milhão de trabalhadores estão expostos a níveis diários media ruído de 100 dB(A) ou mais, e mais de 800.000 estão expostos entre 95 e 100 dB(A). Na Figura 6, as indústrias de fabricação mais ruidosas dos Estados Unidos estão em ordem decrescente de acordo com a porcentagem de trabalhadores expostos a mais de 90 dBA (OIT,2001).

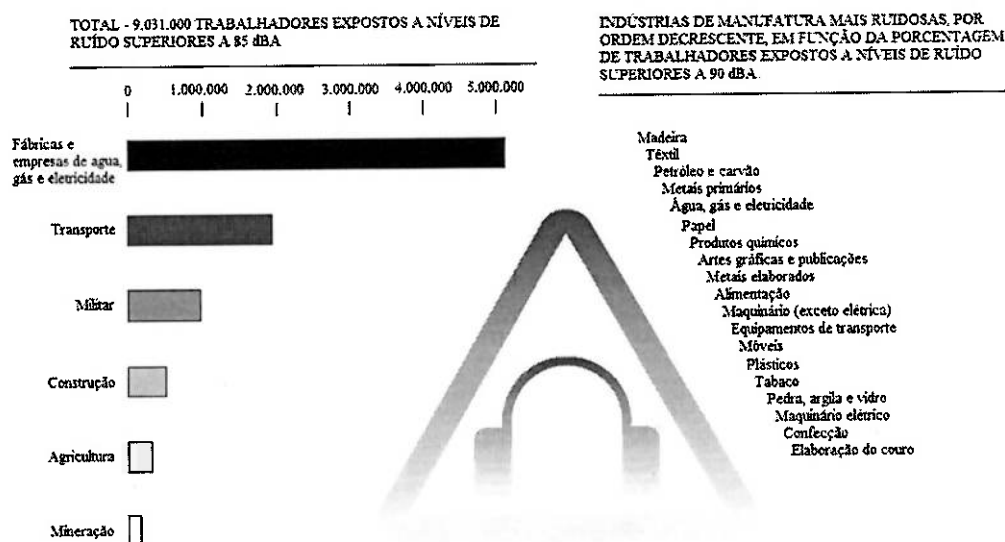


Figura 6 - Exposição ocupacional ao ruído nos Estados Unidos
Fonte: OIT, 2008.

2.9 Normas e legislações para ruído ocupacional

As normas e legislações estabelecidas para tratar a problemática do ruído ocupacional definem limites para os níveis de ruído associados os riscos da exposição. Assim os níveis de ruído permissíveis consideram a exposição acumulada por períodos de tempo, levando-se em conta os intervalos de exposição.

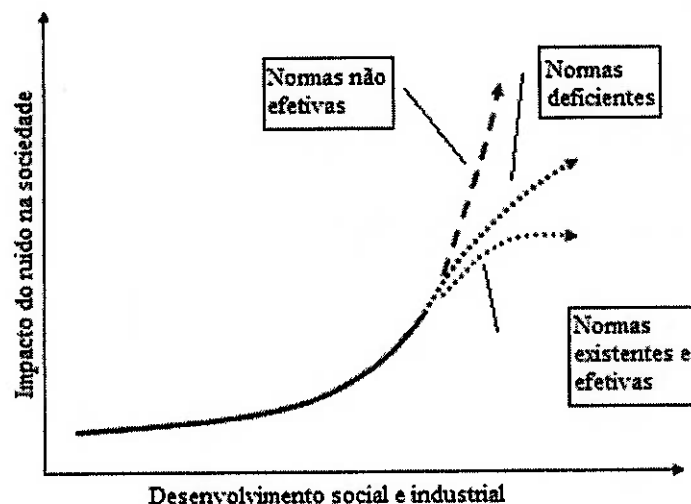


Figura 7 - Efeito de normas na sociedade

Fonte: Adaptado de SEXTO, 2008

A Figura 7 ilustra a importância das normas na amenização do impacto do ruído na sociedade. Nos casos onde não há legislação efetiva o impacto do ruído cresce exponencialmente, quando existem normas deficientes o impacto continua a crescer e para as normas efetivas há uma estabilização ou diminuição do impacto.

Neste capítulo inicialmente serão apresentadas as principais instituições que participam diretamente da regulamentação da exposição ao ruído em ambientes de trabalho. Posteriormente, um histórico sobre normas e leis que tratam da exposição ao ruído será apresentado, com enfoque naqueles fatos ocorridos no Brasil.

2.9.1 Órgãos regulamentadores

A seguir são apresentados os principais órgãos regulamentadores pesquisados:

2.9.1.1 ABNT

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas foi fundada em 1940. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Fórum Nacional de Normalização – ÚNICO – através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 24.08.1992, sendo o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro.

As Normas Brasileiras são desenvolvidas e utilizadas voluntariamente. Elas tornam-se obrigatórias somente quando explicitadas em um instrumento do Poder Público (lei, decreto, portaria, normativa, etc.) ou quando citadas em contratos.

2.9.1.2 ACGIH

Criada em 1938 sob o nome de National Conference of Governmental Industrial Hygienists (NCGIH) e em 1946 transformado em American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) teve como objetivo na sua criação “encorajar o intercâmbio de informações entre os trabalhadores da Higiene Industrial, coletar essas informações e tornar disponível de modo que seja útil para eles durante seu trabalho”. A ACGIH é dividida em comitês dos quais o mais famoso é o “Threshold Limit Values for Chemical Substances Committee” (Comitê para Limites de Tolerância de Substâncias Químicas), cujo manual é citado na legislação Brasileira como referência onde não houver limite definido na própria legislação. Vale lembrar que a ACGIH não é uma agência dos Estados Unidos e sim uma associação profissional (ACGIH, 2008).

2.9.1.3 ANSI

Criada em 1918 a American National Standards Institute – ANSI (Instituto Americano de Padrões em tradução livre) é um instituto que tem como objetivo criar,

promulgar e padronizar normas e diretrizes. Não é uma agência do governo americano e sim uma organização sem fins lucrativos que procura aumentar a competitividade dos produtos americanos no mundo pela utilização de padrões (ANSI, 2008).

2.9.1.4 EPA

A EPA, "Environmental Protection Agency" (Agência de Proteção Ambiental em tradução livre), é a agência responsável por desenvolver e regular os padrões ambientais nos Estados Unidos (USA, 2008).

2.9.1.5 FUNDACENTRO

Criada em 1966, com o objetivo de promover estudos e avaliações para apontar soluções para os altos índices de acidentes e doenças do trabalho, a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO é um órgão de governo ligado ao Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Hoje esta fundação é representada por unidades em 11 estados e no Distrito Federal. É colaboradora da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Organização Internacional do Trabalho (OIT). A FUNDACENTRO ainda elabora e publica as Normas de Higiene Ocupacional (NHO), que são referência para profissionais, alunos e também para a Seguridade Social em casos de aposentadoria especial (FUNDACENTRO, 2008).

2.9.1.6 INSS

A Previdência Social – INSS é o seguro social para a pessoa que contribui. É uma instituição pública que tem como objetivo reconhecer e conceder direitos aos seus segurados. A renda transferida pela Previdência Social é utilizada para substituir a renda do trabalhador contribuinte, quando ele perde a capacidade de trabalho, seja pela doença, invalidez, idade avançada, morte e desemprego involuntário, ou mesmo a maternidade e a reclusão (INSS, 2008).

2.9.1.7 ISO

A "International Organization for Standardization – ISO" (Organização Internacional para Padronização em tradução livre) é a maior criadora e publicadora de padrões internacionais. A ISO é uma rede de agências de padronização de 157 países cuja sede fica em Genebra na Suíça. É uma organização não governamental que forma uma ponte entre os setores públicos e privados. A ISO tem mais de 17 mil padrões publicados e publica cerca de mil novos padrões a cada ano (ISO, 2008).

2.9.1.8 OIT

A OIT foi criada em 1919, através do Tratado de *Versailles*, aprovado na Conferência de Paz do mesmo ano pelas nações vitoriosas na Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Esta organização tem por objetivo "estabelecer a paz universal, que não pode ser fundada senão sobre a base da justiça social". Sua atuação reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1946, como uma de suas agências especializadas, através de um acordo entre a ONU e a OIT. Ainda, a OIT teve seu trabalho reconhecido através do Prêmio Nobel da Paz, atribuído à organização como um todo em 1969. O Brasil, como um dos vinte e nove países vitoriosos na Primeira Guerra Mundial, é membro fundador da OIT, além de membro permanente, desde 1978 (OIT, 2008).

2.9.1.9 MTE

Neste trabalho representado pelas Normas Regulamentadoras, o Ministério do Trabalho e Emprego – MTE tem como área de competência os seguintes assuntos: política e diretrizes para a modernização das relações do trabalho, segurança e saúde no trabalho, entre outros (BRASIL, 2004).

2.9.1.10 NIOSH

A NIOSH, "National Institute for Occupational Safety and Health", é uma agência federal dos Estados Unidos da América responsável por conduzir pesquisas e fazer recomendações para a prevenção de doenças e lesões relacionadas ao

trabalho. A NIOSH foi criada através do "Occupational Safety and Health Act" (Pacote de legislações sobre Segurança e Saúde Ocupacional) em 1970 e faz parte do Centro de Controle e Prevenção de Doenças do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos. Desde então tem apresentado contribuições importantes para as áreas de Saúde e Segurança Ocupacional (USA, 2008).

2.9.1.11 União Européia

A UE (União Européia) é um bloco econômico, político e social formado por 27 países europeus que participam de um projeto de integração política e econômica. A forma atual foi estabelecida pelo Tratado da União Européia de 1992. Para seu funcionamento, a UE conta com instituições básicas como Parlamento, Comissão, Conselho e Tribunal de Justiça. Entre os objetivos da UE estão promover a unidade político-econômica da Europa, reduzir as desigualdades sociais e melhorar as condições de livre comércio entre os países membros (WIKIPEDIA, 2008).

2.9.2 Histórico Legislativo

O Histórico Legislativo apresentado abaixo está em ordem cronológica e subdividido entre os principais países pesquisados.

2.9.2.1 Estados Unidos

Esforços para regulamentar o ruído iniciaram-se nos EUA em 1955, quando os militares estabeleceram tais regulamentos para membros da força aérea. Desta maneira, uma emenda ao Ato de Contratos Públicos Walsh-Healey de 1936 determinou padrões de segurança e saúde que continham referências ao ruído (USA, 1972). Contudo, não foram determinados limites ou o conhecimento das perdas ocupacionais de audição. Somente em 1969 foram definidos tais limites. Neste mesmo ano, foi promulgada uma lei pública ("Public Law 91-173") na qual os mesmos limites do Ato Walsh-Healey foram adotados para trabalhadores da mineração de carvão.

Em 1970, a OSHA foi estabelecida pelo Departamento do Trabalho americano como a agência responsável pela proteção da saúde e segurança dos trabalhadores deste país e pelo desenvolvimento de critérios para exposições ocupacionais seguras. Em paralelo, a NIOSH publicou padrões para exposição ao ruído (USA, 1972) de forma a reduzir as perdas permanentes de audição. Este documento definiu o critério de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas, e ainda determinou métodos de medição do ruído e de cálculo da exposição e sugeriu um programa de conservação da audição. A NIOSH, no entanto, tinha conhecimento que não foi determinada a viabilidade de se atingir tal limite e, aproximadamente 15% da população exposta a este limite desenvolveriam PAIR.

A OSHA adotou o limite de exposição do Ato Walsh-Healey de 90 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas, com um limite permissível de 5 dB de fator de troca. Em 1974 em resposta ao documento da NIOSH, a OSHA propôs um padrão revisado, porém manteve o PEL (Permissible Exposure Limit). Este padrão não foi promulgado, porém articulou o programa de conservação da audição. Em 1983 a OSHA publicou mais uma emenda que especificou medidas do programa para exposições ocupacionais acima de 85 dB(A). Contudo esta emenda não cobria trabalhadores de transporte, perfuração de poços, agricultura, construção e mineração. A exposição na construção é coberta por outros padrões da OSHA e a mineração possui quatro padrões promulgados pela MSHA, que variam quanto ao monitoramento e a conservação da audição, porém mantém o limite de 90 dB(A) para jornadas de trabalho de 8 horas.

Um limite mais restritivo foi adotado pela força aérea (1993) e o exército americano (1994) de 85 dB(A) para jornadas de trabalho de 8 horas com fator de troca de 3 dB.

Para o ruído impulsivo, o limite padronizado tanto pela MSHA aceito por qualquer período de tempo é de 140 dB SPL.

2.9.2.2 Brasil

A primeira referência encontrada de limite de ruído no Brasil é o Boletim Informativo da FUNDACENTRO (FUNDACENTRO, 1973), então chamada de Fundação Centro Nacional De Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. Neste Boletim, afirma-se que:

“No Brasil, legalmente adota-se como nível máximo de ruído permitido nos ambientes fechados de trabalho, 85 decibéis (dB) medidos na escala B do aparelho para ambientes fechados, e 90 dB medidos na escala C, para ambientes abertos.”

O boletim critica a diferença entre os limites externo e interno, que não podem ser explicados pela diferença de escala, pois ele depende da frequência e nem pela reverberação do som em ambiente fechado, que é medido pelo aparelho. Também compara com o critério de exposição permissível ao ruído adotado nos Estados Unidos, que já considerava o tempo de exposição ao agente e adotava a escala A para a leitura dos níveis de ruído.

Posteriormente, a legislação que passou a regulamentar questões relacionadas à saúde e segurança nos ambientes de trabalho é a Portaria nº 3214/78 de 1978, do Ministério do Trabalho (BRASIL, 1978), prevista na Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977 (que altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das leis do Trabalho – CLT, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho). Esta portaria criou as Normas Regulamentadoras (NR) que também tratam de questões relativas ao ruído no ambiente de trabalho.

O item 1.1 da NR-1 (Disposições Gerais) ratifica: “As Normas Regulamentadoras – NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória por parte de todas as empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos pela CLT” (BRASIL, 1978).

As NRs constituem o principal diploma legal a ser observado para o exercício da Engenharia de Segurança do Trabalho e da Medicina do Trabalho, entretanto a

observância das NR não desobriga as empresas do cumprimento de outras disposições legais, inclusive estaduais e municipais, conforme item 1.2 da NR -1.

É importante lembrar que as Normas Brasileiras – NB da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e Normas Brasileiras Registradas no INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), são facultativos, exceto quando citadas em alguma lei, decreto ou outro instrumento que caracterize a obrigação legal.

Estas normas já sofreram modificações ao longo do tempo, e somente em 1998 foi publicada a Portaria nº 19 do Ministério do trabalho (BRASIL, 1998) na qual a PAIR é considerada uma doença de origem ocupacional. De fato, a PAIR é até hoje a única patologia causada pelo ruído reconhecida pela legislação brasileira.

A Portaria nº 19 (*opt. cit.*) descreve as exigências que devem ser adotadas em ambientes de trabalho ruidosos, quais sejam:

- Medição do nível sonoro;
- Monitoramento audiométrico;
- Manutenção dos registros;
- Controle da exposição (controles de engenharia e/ou EPI), e
- Programas de treinamento.

Diversas NRs se relacionam a ambiente de trabalho ruidosos, conforme é apresentado a seguir.

A NR-6 (Equipamento de Proteção Individual) refere-se aos equipamentos de proteção individual (EPI), incluindo os protetores auriculares e estabelece a obrigatoriedade das empresas fornecerem a seus empregados os EPIs adequados ao risco, destinados a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador e dá outros elementos necessários à regulamentação da matéria. Inclui o EPI específico para proteção auditiva, conforme item C da lista do anexo I da norma.

A NR-7 (Programa Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO) estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores e os

parâmetros mínimos e diretrizes gerais a serem observados na execução do PCMSO.

Em seu Anexo I, a NR-7 estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição do trabalhador através da realização de exames audiológicos de referência e seqüenciais, que deve se realizado no mínimo, em todos os trabalhadores que exerçam ou exercerão suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos nos anexos 1 e 2 da NR-15, independentemente do uso de protetor auditivo.

O mesmo anexo também fornece subsídios para a adoção de programas que visem à prevenção da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados e a conservação da saúde auditiva dos trabalhadores.

A NR-9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

A NR-9 define nível de ação 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. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.

Para o agente físico ruído a NR-9 determina que deverá ser objeto de controle sistemático as situações que apresentem exposição ocupacional acima dos níveis de ação, a dose de 0,5 (dose superior a 50%), conforme critério estabelecido na NR-15, Anexo I, item 6.

Em especial, o Programa de Prevenção de Perdas Auditivas (PPPA) é também previsto pela NR-9. O PPPA consiste em oito elementos identificáveis, sejam eles a monitorização do prejuízo auditivo, o controle administrativo, os controles de engenharia, a avaliação audiométrica, os equipamentos de proteção auditiva, a educação, a motivação, o armazenamento dos dados e a avaliação do programa.

A NR-12 (Máquinas e Equipamentos) fixa os requisitos mínimos a serem observados na instalação de máquinas e equipamentos em áreas de trabalho, bem como normas de segurança para dispositivos de acionamento, partida e parada de máquinas e equipamentos, proteção, fabricação, importação, venda, locação, manutenção e operação dos mesmos. Ainda, esta norma obriga a observação da NR-17 (Ergonomia) para trabalhos contínuos em prensas e outras máquinas instaladas em mesas.

A partir do Anexo I da NR-12 – Motosserras, no item 4 referente a ruído e vibrações, a norma obriga os fabricantes e importadores de motosserras instalados no país a introduzir, nos catálogos e manuais de instruções de todos os modelos de motosserras, os seus níveis de ruído e vibração e a metodologia utilizada para a referida aferição.

A NR-15 define, com base especificamente nos Artigos 189 ao 192 da CLT, como sendo atividades e operações insalubres as desenvolvidas acima dos limites de tolerância previstos em seus anexos nº 1, 2, 3, 5, 11 e 12, as mencionadas nos anexos nº 5, 6, 13 e 14, bem como as comprovadas através de laudo de inspeção do local de trabalho, constantes dos anexos nº 7, 8, 9 e 10. A NR-15 também define os graus de insalubridade de tais atividades, classificando-os em mínimo, médio e máximo, o que confere aos trabalhadores que as exerçam, respectivamente, adicionais de 10%, 20% e 40% incidentes sobre o salário mínimo vigente.

Os anexos nº 1 e 2 da NR-15 referem-se, respectivamente, aos limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes e para ruídos de impacto, sendo estes definidos como sendo “aqueles que apresentam picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um segundo”, enquanto os demais, aqueles que não apresentem tais características.

O grau de insalubridade definido para a exposição aos agentes físicos constantes nos anexos acima citados é médio, o que garante aos trabalhadores expostos, acima dos limites de tolerância, um adicional de 20% sobre o salário mínimo, quando devidamente comprovado por perícia judicial a cargo de engenheiro de segurança do trabalho ou de médico do trabalho, devidamente habilitados nos termos do Artigo 195 da Consolidação das Leis do Trabalho.

Assim a NR-15 estabelece os limites de exposição ao ruído para trabalhadores visando protegê-los de danos auditivos, levando também em

consideração os limites relativos à exposição ao ruído, indicando como prejudicial o ruído de 85 dB(A) para uma exposição máxima de 8 horas diárias.

O critério de avaliação considera, além do critério de referência de 85 dB para 8 horas de trabalho, o fator de troca q igual a 5 e o limiar de integração igual a 80 dB(A). Desta forma, esses parâmetros visam atender a NR-15, conforme sua tabela de limites de tolerância.

A NR-17, fundamentada nos Artigos 175, 198 e 199 da CLT, estabelece parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, no que tange a aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais de modo a maximizar o conforto, a segurança e o desempenho eficiente da atividade laboral exercida.

A NR-17, em seu item 17.5, "Condições ambientais de trabalho", define que, para ambientes nos quais haja solicitação intelectual e atenção constantes, os níveis de ruído devam estar de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO sobre níveis de ruído para conforto acústico. Em caso de não haver equivalência ou correlação com as atividades constantes em tal norma, o nível de ruído contínuo ou intermitente aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB(A) e o mesmo para ruídos de impacto não deverá exceder a 60 dB(C).

Na década de 80 a coordenação de Higiene do Trabalho da FUNDACENTRO publicou uma série de Normas Técnicas, denominadas Normas de Higiene do Trabalho – NHT. Em 1997/1998, as normas foram revisadas, através o Projeto Difusão de Informações em Higiene do Trabalho, e foram elaboradas, por técnicos da Coordenação de Higiene do Trabalho da FUNDACENTRO, uma série de normas denominadas Normas de Higiene Ocupacional (NHO's).

A NHO-01, publicada em 2001, é sobre Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. Esta Norma cancela e substitui as seguintes Normas da FUNDACENTRO:

- NHT-06 R/E -1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente em fase experimental.
- NHT-07 R/E -1985: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído de impacto.
- NHT-09 R/E -1986: Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente através de dosímetros.

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

- Substitui as três normas anteriormente existentes e trata tanto da avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente, quando da avaliação da exposição ocupacional ao ruído de impacto;
- Introduz o conceito de nível de exposição como um dos critérios para a quantificação e caracterização da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e o conceito de nível de exposição normalizado para interpretação dos resultados;
- Adota o valor 3 como incremento de duplicação de dose ($q = 3$);
- Considera a possibilidade de utilização de medidores integradores e de medidores de leituras instantâneas.

Assim, segundo a NHO-01 para ruído contínuo ou intermitente, o critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A). O critério de avaliação considera, além do critério de referência, o incremento de dose (q) igual a 3 e o nível limiar de integração igual a 80 dB(A).

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente é feita por meio da determinação da dose diária de ruído ou do nível de exposição, parâmetros representativos da exposição diária do trabalhador. Esses parâmetros são totalmente equivalentes, sendo possível, a partir de um obter-se o outro. O nível de ação é de 50% da dose, conforme NR-9, ou seja 82 dB(A), a Tabela 3 detalha os critérios de tomada de decisão.

Tabela 3 - Critério de tomada de decisão.

Dose - %	Nível dB(A)	Consideração Técnica	Atuação Recomendada
0 – 50	Até 82	Aceitável	No mínimo manutenção da condição existente
50 – 80	82 a 84	Acima do nível de ação	Adoção de medidas preventivas
80 – 100	84 a 85	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas
Acima de 100	Acima de 85	Acima do limite de exposição	Adoção de medidas corretivas

Fonte: (FUNDACENTRO, 2008)

Segundo a NHO-01 a determinação da exposição ao ruído de impacto ou impulsivo deve ser feita por meio de medidor de nível de pressão sonora operando em (Linear) e circuito de resposta para medição de nível de pico.

Neste critério o limite de exposição diária ao ruído de impacto é determinado pela expressão a seguir:

$$N_p = 160 - 10\log n \quad [\text{dB}]$$

Onde:

N_p = nível de pico, em dB(Lin), máximo admissível.

n = número de impactos ou impulsos ocorridos durante a jornada diária de trabalho.

Quando o número de impactos ou de impulsos diários exceder a 10.000 ($n > 10.000$) cujo limite é 120 dB(Lin), o ruído deverá ser considerado como contínuo ou intermitente. O limite de tolerância valor teto para ruído de impacto corresponde ao valor de nível de pico de 140 dB(Lin), correspondente a $n=100$. Portanto o limite varia de 120 a 140 dB(Lin).

O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído de impacto corresponde ao valor N_p obtido na expressão acima, subtraído de 3 decibéis ($N_p=3$ dB).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui normas com enfoque principal no ruído ambiental. As principais normas referentes ao ruído são a

NBR 10152 (NB-95): Níveis de ruído para conforto acústico e a NBR 10151: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Existem muitas normas da ABNT referentes ao ruído em atividades específicas, como por exemplo, para ruído emitido por máquinas agrícolas, por máquinas rodoviárias, por veículos em áreas metropolitanas, por aeronaves, entre outras, com preocupação voltada ao ruído comunitário.

O INSS, através da Instrução Normativa do INSS/PR Nº 11, dos Procedimentos Técnicos de Levantamento Ambiental, de 20 de Setembro de 2006, estabelece que a exposição ocupacional a ruído dará ensejo à aposentadoria especial quando os níveis de pressão sonora estiverem acima de 80 dB(A), 90 dB(A) ou 85 dB(A), conforme o caso, observado o seguinte:

I - até 5 de março de 1997, será efetuado o enquadramento quando a exposição for superior a 80 dB(A), devendo ser anexado o histograma ou memória de cálculos;

II - a partir de 6 de março de 1997 e até 18 de novembro de 2003, será efetuado o enquadramento quando a exposição for superior a 90 dB(A), devendo ser anexado o histograma ou memória de cálculos;

III - a partir de 19 de novembro de 2003, será efetuado o enquadramento quando o NEN se situar acima de 85 dB(A) ou for ultrapassada a dose unitária, aplicando:

- Os limites de tolerância definidos no Quadro Anexo I da NR-15 do MTE;
- As metodologias e os procedimentos definidos na NHO-01 da FUNDACENTRO, com as fórmulas ajustadas para incremento de duplicidade da dose (fator de troca) igual a cinco;

2.9.2.3 Países da União Européia

Nos termos do Tratado que institui a Comunidade Européia, o Conselho pode adotar, por meio de diretivas, prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria, nomeadamente, das condições de trabalho, a fim de garantir um melhor nível de proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores. Essas diretivas devem evitar impor disciplinas administrativas, financeiras e legais contrárias à criação e ao desenvolvimento de pequenas e médias empresas.

A Diretiva 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 10 de fevereiro de 2003 (PARLAMENTO EUROPEU, 2003), relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos estabelece as prescrições mínimas, em relação ao ruído destinado a promover a melhoria, nomeadamente, das condições de trabalho, a fim de garantir um melhor nível de proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores.

Os Estados-Membros tinham até 15 de fevereiro de 2006 para adotar as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para dar cumprimento à Diretiva.

A Diretiva não impede a adoção ou mantimento de medidas de proteção mais restritas pelos países membros. A seguir são apresentadas algumas definições necessárias para o entendimento da Diretiva.

- Pressão acústica de pico (P_{pico}): valor máximo da pressão sonora instantânea ponderada pela frequência “C”;
- Nível de exposição sonora diária ($L_{EX,8h}$): valor médio dos níveis de exposição sonora ponderado em tempo para o dia de trabalho nominal de oito horas definido na norma internacional ISO 1999:1990, ponto 3.6 (em dB(A) com nível de referência de 20 μ Pa); entram no cálculo todos os ruídos presentes no trabalho inclusive o ruído impulsivo;
- Nível de exposição sonora semanal ($L_{SEX,8h}$): valor médio dos níveis diários de exposição sonora ponderados em tempo para a semana nominal de cinco dias de trabalho de oito horas definida na norma internacional ISO 1999:1990, ponto 3.6 (nota 2).

Os valores limites de exposição e os valores de exposição que desencadeiam a ação no que se refere aos níveis de exposição diária e a pressão acústica de pico são fixados em:

- Valores-limite de exposição: $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e $P_{peak} = 200$ Pa (140 dB(C) para 20 μ Pa)
- Valores de exposição superiores que desencadeiam a ação: $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) e $P_{pico} = 140$ Pa (137 dB(C) para 20 μ Pa)

- Valores de exposição inferiores que desencadeiam a ação: $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ e $P_{pico} = 112 \text{ Pa}$ (135 dB(C) para 20 μPa)

No âmbito da aplicação dos valores-limite de exposição, a determinação da exposição sonora efetiva do trabalhador deve ter em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auriculares individuais usados por este. Os valores de exposição que desencadeiam a ação não devem ter em conta o efeito destes protetores.

Em circunstâncias devidamente justificadas, em relação a atividades em que a exposição sonora diária varia significativamente de um dia de trabalho para outro, os Estados-Membros podem, para efeitos de aplicação dos valores-limite de exposição e dos valores de exposição que desencadeiam a ação, utilizar o nível de exposição sonora semanal em vez do nível de exposição sonora diária para avaliar os níveis de ruído a que os trabalhadores estão expostos, mas só na condição de:

- O nível de exposição sonora semanal, comprovado por uma verificação adequada, não exceder o valor-limite de exposição de 87 dB(A); e
- Serem tomadas medidas adequadas para reduzir ao mínimo o risco associado a essas atividades.

2.9.2.4 Austrália

A Austrália é tida como um país em que as regulamentações quanto à saúde e segurança ocupacional são efetivamente praticadas e inspecionadas por órgãos responsáveis. Existem regulamentações específicas para a região oeste ("Western Australia") e a região norte ("Northern Australia"). Porém, os limites estabelecidos são iguais e baseados na segunda edição do "National Code of Practice for Noise Management and Protection of Hearing at Work" publicado em 2002 (*apud* Australia, 2008 e Worksafe Western Australia Commission, 2008) pela comissão nacional de saúde e segurança ocupacional.

O "Occupational Safety and Health Act" de 1984 da Austrália (região oeste) e da Nova Zelândia fornece a promoção, coordenação, administração e obrigação da segurança e saúde ocupacional deste país, com o objetivo de prevenir efeitos deletérios a saúde dos trabalhadores, apresentando itens específicos para o ruído.

O Ato (*opt. cit.*) ainda destaca as obrigações dos trabalhadores, empregadores, e autônomos.

Já a legislação para o norte da Austrália (Northern Australia) obriga que o ruído e os trabalhadores expostos a este ruído sejam identificados e que uma avaliação contínua do ambiente de trabalho seja realizada. Estes requisitos são estipulados pelo "Work Health (Occupational Health and Safety) Regulations" (*apud* WORKSAFE ASUTRALIA, 2008) de 1996, mais especificamente na regulamentação 56, em que são tratadas questões relacionadas ao ruído.

Conforme mencionado anteriormente ambas as regiões estipulam os mesmos limites e os trabalhadores não podem ser expostos a ruído médio superior a 85 dB(A) num turno de trabalho de 8 horas – comumente referido como LAeq,8h 85 dB(A), ou um ruído de pico máximo de 140 dB(Lin). O fator de troca empregado é de 3 dB.

2.9.2.5 Japão

Os Limites de Exposição Ocupacional (LEO) recomendada pela Sociedade de Saúde Ocupacional do Japão para ruídos contínuos ou intermitentes são baseadas em análise de frequência.

Os LEOs podem ser aplicados em ruídos de bandas largas ou estreitas com largura inferior a 1/3 de oitava, entretanto são aplicáveis temporariamente em tons puros que podem ser considerados ruído de banda estreita.

O gráfico da Figura 8 mostra os limites de exposição por faixa de frequência. No caso da análise do ruído utilizar o filtro de banda de oitava, os LEOs correspondentes a duração da exposição são os valores da escala esquerda. Se for utilizado um filtro de banda mais restrito, 1/3 de oitava ou menor, os LEOs são os valores da escala direita do gráfico da Figura 8.

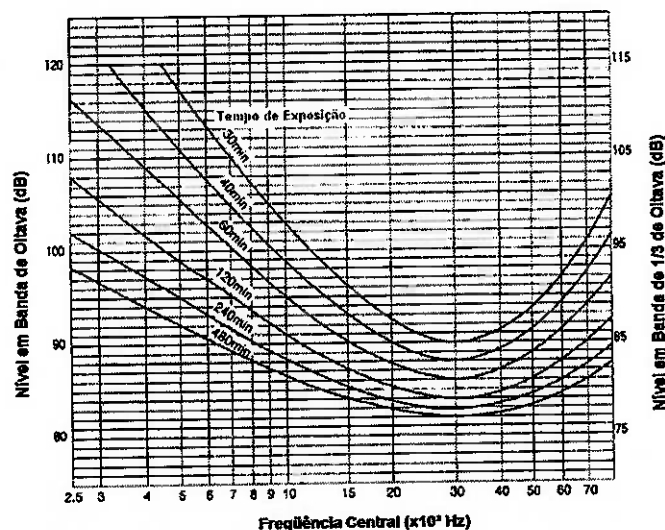


Figura 8 – Limites de exposição para ruídos contínuos ou intermitentes.
Fonte: JAPAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HEALTH, 2007.

Os valores da Tabela 4 representam a leitura do gráfico da Figura 8 para filtro de banda de oitava, os valores para 1/3 de oitava são subtraídos de 5 dB.

Tabela 4 – Limites para ruídos contínuos ou intermitentes.

Frequência Central (Hz)	OELS para Níveis de Banda de Oitava (dB)					
	480 min	240 min	120 min	60 min	40 min	30 min
250	98	102	108	117	120	120
500	92	95	99	105	112	117
1000	86	88	91	95	99	103
2000	83	84	85	88	90	92
3000	82	83	84	86	88	90
4000	82	83	85	87	89	91
8000	87	89	92	97	101	105

Fonte: JAPAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HEALTH, 2008.

O recomendado é utilizar a análise de frequência do ruído (método explicado acima), mas no caso de uma avaliação utilizando o ponderador A, o Limite de Exposição Ocupacional para 8 horas é 85 dB(A) e o incremento de duplicação da dose é 3. Não é citado limite máximo nem nível de ação.

Os Limites de Exposição Ocupacional (LEO) recomendada pela Sociedade de Saúde Ocupacional do Japão para ruídos de impacto ou impulsivos depende do número de impactos durante a jornada diária de trabalho.

No caso da freqüência total da exposição do ruído de impacto ou impulsivo for igual ou menor que 100 vezes ao dia, o LEO depende da duração do ruído de impacto, conforme Figura 9, as curvas A e B são os dois grupos de ruído possíveis, são representados por curvas diferentes conforme Figura 9, o tipo B é aplicado no caso de múltiplas reflexões do som.

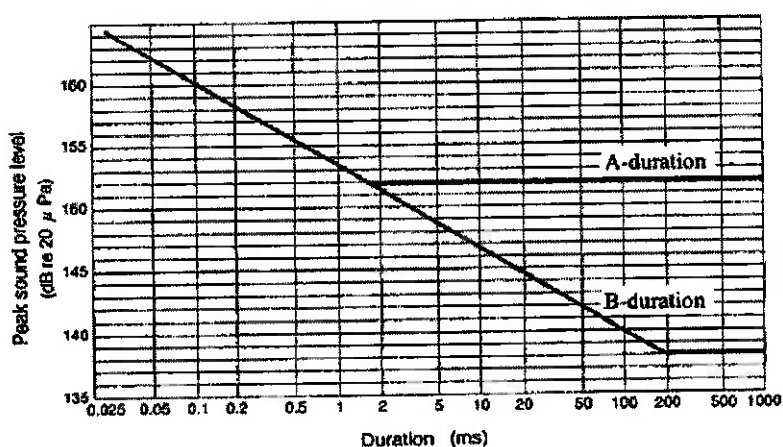


Figura 9 – Limites para ruído de impacto ou impulso.
Fonte: JAPAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HEALTH, 2007.

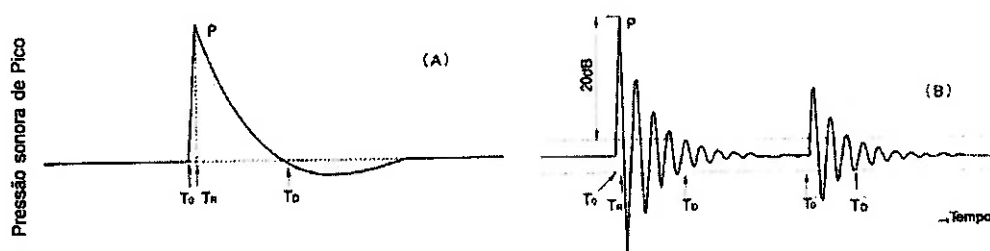


Figura 10 – Grupos de ruído de impacto.
Fonte: JAPAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HEALTH, 2007.

Os LEOs são aplicáveis apenas para ruído de impacto ou impulsivo no caso de uma exposição mista (ao ruído de impacto ou impulso e ao ruído contínuo ou intermitente) ambos os LEOs deverão ser satisfeitos.

A avaliação do ruído de impacto ou impulsivo utilizando a ponderação A também depende da frequência total da exposição do ruído de impacto ou impulsivo, se for igual ou menor que 100 vezes ao dia, o LEO é 120 dB(A). No caso da frequência total de exposição ao ruído for maior que 100 vezes por dia, o LEO deve ser corrigido conforme Figura 11. Este método se aplica apenas ao ruído do grupo B.

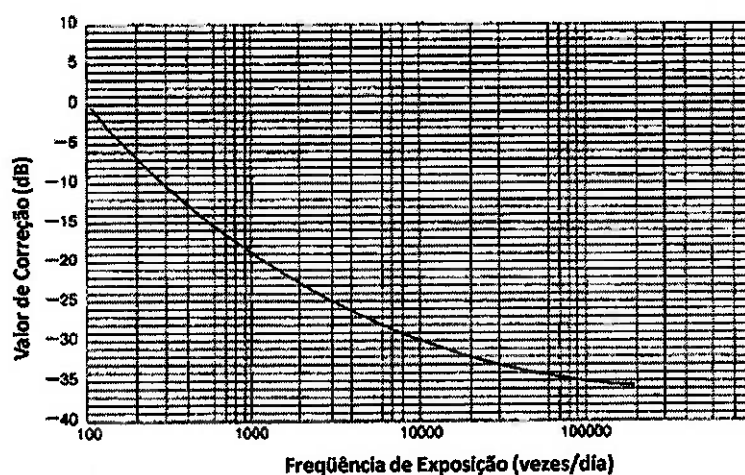


Figura 11 – Correção do limite de exposição.
Fonte: JAPAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HEALTH, 2007.

3 METODOLOGIA

Para fazer uma análise crítica das legislações existentes é necessário compreender os fatores do ruído, seus parâmetros, como é medido e como o ruído afeta o corpo humano. Portanto foi parte da metodologia adotada apresentar estes conceitos antes de expor as diferenças entre legislações e fazer uma comparação.

3.1 Coleta de Dados

A coleta de dados foi feita em visita à biblioteca do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PMI-EPUSP), da Faculdade de Saúde Pública da mesma universidade (FSP-USP) e também foi visitada a biblioteca da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO.

Ainda foram feitas pesquisas na internet nas páginas das instituições assim como pesquisa das teses, dissertações e artigos publicados sobre o assunto. Foram consultadas publicações em revistas nacionais e internacionais pelo sistema de pesquisa da rede interna da Universidade de São Paulo (SCIELO, SCOPUS e "Science Direct").

3.2 Análise Comparativa

A análise comparativa foi realizada levando em consideração os seguintes parâmetros: país, nível-critério, fator de troca, nível de ação, nível-critério de pico. Foram selecionados estes parâmetros, pois foram considerados como os mais importantes visto que o nível-critério é aquele que será relacionado a dose de 100% no intervalo de 8 horas de trabalho diário, o fator de troca pois relaciona a exposição em níveis diferentes de ruído para o cálculo da dose total durante a jornada, o nível de ação pois é aquele em que é necessário tomar atitudes para controlar o ruído e o nível-critério de pico pois representa o limite superior para as exposições de pico. Com esses fatores foram cobertas as situações ocupacionais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dificuldades

Uma das dificuldades encontradas na realização do trabalho foi encontrar as normas relativas a ruído em cada país, pois é necessário acessar o órgão governamental análogo ao Ministério do Trabalho e Emprego e encontrar na língua nativa a documentação que normaliza a exposição ao ruído. Em alguns casos então foram utilizadas pesquisas já realizadas, correndo o risco de estas fontes não estarem atualizadas.

Outra dificuldade foi com os termos regulamentações, norma e legislação são utilizadas de maneira indistinta em matéria de ruído ocupacional, entretanto tecnicamente podem ter significado diferente. Uma norma é um conjunto de regra ou diretrizes codificadas, muito similar a uma regulamentação, entretanto pode ser elaborada segundo os princípios de um grupo de consenso, como a ISO. Uma legislação consta de leis prescritas por autoridades legislativas e governos locais.

Muitas normas nacionais recebem o nome de legislação. Alguns órgãos oficiais também utilizam os termos "normas e regulamentações". O Conselho da Comunidade Européia adota diretivas, que os países membros devem obedecer na criação de suas legislações locais. Nos Estados Unidos uma regulamentação é uma norma e ordem prescrita por uma autoridade governamental e pode ter um caráter mais formal que uma norma propriamente dita.

Algumas nações têm um código de pratica, que é algo menos formal. Por exemplo a norma nacional Australiana de exposição ao ruído ocupacional consta de breves parágrafos, que estabelecem normas obrigatórias, seguidas de um código de pratica de 35 paginas com as orientações praticas de implantação da norma. Os códigos de prática não têm a força legal das regulamentações ou legislações.

Outro termo que se utiliza ocasionalmente é recomendação que é mais parecido com uma diretriz que uma norma obrigatória e não se pode exigir seu cumprimento.

4.2 Análise dos Dados

A Tabela 5 a seguir apresenta os limites de exposição para diversos países, os dados mostrados são a conjunção dos dados obtidos nas seguintes fontes: NIOSH, OSHA, Hay (1975 e 1982), Sobrac (1995), Worksafe Australia (2003), Bistafa (2006), NR-15 (BRASIL, 1978), Japan Society for Occupational Health (2008).

Analisando os dados da Tabela 5 estatisticamente podemos ver que 55,6% dos países em estudo usam 85 dB(A) como nível-critério, 77,8% usam fator de troca 3 dB, 60% dos países usam nível de ação sendo um fator de troca menor do que o nível-critério (exemplo: nível-critério 85 dB(A), fator de troca 5 dB, nível de ação 80 dB(A), já o conceito de ruído de pico não mostra nenhuma tendência de conformidade entre os países.

Alguns países não apresentam qualquer legislação sobre ruído (exemplo: Paquistão. Se a intenção é que não exista nenhum risco de perda auditiva causada pela exposição ao ruído, considerando os membros mais sensíveis da população exposta o limite de exposição deveria ser de 75 dB(A) (OIT, 2001).

Entretanto devido a inviabilidade de todas as empresas, inclusive pequenas e médias atingir esse limite (devido aos custos envolvidos na atenuação dos ruídos) a idéia predominante nas legislações é que um grupo de trabalhadores exposto ao ruído perca a capacidade auditiva até certo ponto, mas não em excesso, entretanto não existe um consenso sobre o que é excessivo.

Os países adotam normas e regulamentações com a intenção de manter um risco mínimo tendo em conta simultaneamente a viabilidade técnica e econômica local, sem alcançar um consenso global sobre algumas questões como as frequências, níveis e a porcentagem da população a proteger.

Como não é possível estabelecer um limite preciso para a eliminação dos riscos de perda de audição e de outros detrimientos da saúde do trabalhador é recomendado reduzir o nível de ruído ao máximo possível, considerando os avanços técnicos e a disponibilidade de medidas de controle (OIT, 2001).

Tabela 5 - Normas de diversos países.

País	Nível Critério dB(A) (normalizado por 8 h)	Fator de troca dB(A)	Nível de Ação dB(A)	Nível – Critério de Pico (dB)
Argentina	90	3	--	110 ⁷
Austrália ⁹	85	3	85	140 ⁸
Brasil ¹	85	5	80	130 ou 120 dB(C)
Canadá (federal)	87	3	87 ² , 84 ³	140 ⁸
Chile	85	5	--	140 Pico ou 115 ⁷
China ⁴	70-90	3	--	115 ⁷
Estados Unidos ⁵	90	5	90 ² , 85 ³	140 ⁸ ou 115 ⁷
Holanda	85	3	90 ² , 80 ³	140 ⁸
Hungria	85	3	90 ²	140 ⁸ ou 125 ⁷
Índia	90	3		140 A pico
Israel	85	5	--	140 ⁸ ou 115 ⁷
Japão	85	3	--	120 dB(A) ¹⁰
Noruega	85	3	80 ³	110 ⁷
Nova Zelândia	85	3	85 ² , 85 ³	140 Pico
Suíça	85 ou 87	3	85 ² , 85 ³	140 ⁸ ou 115 ⁷
Turquia	95	--	--	--
União Européia ⁶	87	3	85 ² , 80 ³	140 ⁷ /125 A (SEL)
Uruguai	90	3		110 ⁷

1. Nível máximo 115 dB(A).

2. Medidas Administrativas e de Engenharia.

3. Medidas de Monitoramento Auditivo.

4. A China exige diferentes níveis para diferentes atividades.

5. Estes níveis são os critérios da norma OSHA, que é válida para a indústria em geral e na Marinha. Os serviços militares dos Estados Unidos impõem normas mais restritivas. No Exército e na Força Aérea o nível de critério é 85 dB(A) e o fator de troca é de 3 dB, o nível critério de pico é 140 dB(C) pico.

6. Estes níveis são os estabelecidos pela Diretiva 2003/10/CE, que estabelece parâmetros mínimos para os países membros, não consultamos a legislação de todos os países, mas Portugal, Espanha e Reino Unido atualização suas legislações para atender a Diretiva.

7. Medido em dB(A), Lenta.

8. Medido em dB(C), Medida de Pico.

9. Também para países membros do ato de 1983 (Papua Nova Guiné, Hong Kong, Malásia, Coreia, Singapura).

10. No caso do número de Picos se maior que 100 por dia o Limite deve ser corrigido.

4.3 Atualizações das Normas

Foi observado ao longo da pesquisa que alguns países (exemplo: Portugal, Espanha e Reino Unido) tem um ritmo maior de atualização de suas normas, enquanto outros países (exemplo: Brasil, Cuba) estão há longo período sem atualizações.

No caso do Brasil, o documento que tem valor legal é a NR-15 e esta não é atualizada desde 1978, levando-se em consideração que o Brasil tem uma população ativa de 96 milhões de pessoas (BRASIL, 2007) e que na grande parte das atividades laborais incluem exposição a algum tipo de ruído (exemplo: motoristas de ônibus, serrarias, etc) e como mostrado anteriormente a influência direta do ruído na saúde humana seria interessante que a legislação fosse atualizada com maior frequência, levando em consideração novos estudos e o avanço do conhecimento científico.

Poderia-se adotar um padrão como o de referenciar normas que são atualizadas mais frequentemente (FUNDACENTRO, NIOSH, ACGIH, etc). Assim o governo não teria que estar sempre alterando a legislação, visto que é um processo lento e complicado, e estaria ainda sempre atualizado devido à referência a outras normas.

4.4 Fator de Troca

Os valores do fator de troca mais utilizados encontrados na literatura são 3 e 5 dB. Através de uma análise excessiva da relação entre a perda auditiva e o nível de ruído e duração da exposição, as instituições recomendam um fator de troca relacionando-o com o tempo/intensidade da exposição. Este fator também é conhecido como o "fator de duplicidade", pois o aumento/decréscimo representa o dobro ou metade da pressão sonora.

Estudos sobre o fator de troca datam de 1965 quando o Comitê de Audição, Bioacústica e Biomecânica ("Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics – CHABA") para a Academia Nacional de Ciências norte-americana emitiu critérios para avaliação exposições permissíveis a ruído contínuo, flutuante ou intermitente. Os critérios do CHABA foram uma tentativa de prevenir o perigo causado por padrões de exposições a ruídos consideráveis, baseando-se em avaliações de

mudança temporária de limiar (*temporary threshold shift* – TTS). A CHABA, no desenvolvimento destes critérios, baseou-se em três suposições principais:

- O TTS₂ (valor medido do TTS dois minutos após o período de exposição ao ruído) é uma medida consistente dos efeitos causados por um único dia de exposição ao ruído;
- Todas as exposições ao ruído que causarem o mesmo TTS₂ serão igualmente perigosas (teoria do mesmo efeito temporário);
- O TTS causado após muitos anos de exposição habitual ao ruído por 8 horas por dia é aproximadamente a mesma TTS₂ causada em orelhas normais por um turno de 8 horas de exposição ao mesmo ruído.

Porém estas suposições nunca foram validadas, e as pesquisas realizadas foram incapazes de demonstrar uma relação entre o TTS e efeitos à audição. Em 1967, Botsford (*apud* USA, 1972) publicou uma simplificação dos critérios do CHABA, baseando-se na seguinte hipótese: “mesma duração e espaçamento entre interrupções de forma que os ciclos de exposição sejam distribuídos uniformemente ao longo do dia”. Estas interrupções ocorrem em paradas para o café, idas ao banheiro, almoço, e períodos quando as máquinas estão inoperantes.

Em 1969, com base no Ato Walsh-Healey, o Departamento do Trabalho norte-americano promulgou um padrão para ruído (34 Fed. Reg. 790), que continha um limite permissível de 90 dB(A) para ruído contínuo e requeria avaliação semanal de ruídos variáveis ou intermitentes. O fator de troca era variável de acordo com o nível e a duração do ruído:

- 2 a 3 dB: usado para ruídos de longa duração e nível moderado;
- 6 a 7 dB: usado para alto nível de ruído e pequena duração.

Este padrão foi retirado após um período curto de tempo, quando no mesmo ano que o padrão de ruído Walsh-Healey foi publicado (34 Fed. Reg. 76480). Nesta versão o fator de troca de 5 dB tornou-se oficial.

A ISO em 1961 e o *Intersociety Committee* em 1970, publicaram seu critério, que consistia em uma tabela mostrando níveis de ruído permissíveis (iniciando-se em 90 dB(A) como função da duração e do número de ocorrências por dia. Desta maneira o fator de troca era considerado uma variável, dependente do nível e

freqüência de ocorrência. Para ruídos contínuos de durações menores que 8 horas, o Comitê recomendou níveis máximos de exposição baseados em um fator de 5 dB.

A partir dos anos 70, com o estudo de Burns e Robinson (*apud* USA, 1972) a regra do 3 dB passou a ser amplamente suportada pela comunidade científica e passou a ser consenso internacional: EPA 1973, ISO 1971, ISO 1990, Força Área (1993) e exército (1994) norte-americanos, ACGIH (1995) e NIOSH (1972). A partir desta regra, muitos pesquisadores desenvolveram modelos para prever a perda de audição em função do nível de ruído contínuo. O fato de a ISO estar de acordo com esta regra representou um apoio adicional a hipótese de igualdade da energia.

Em 1973 as forças aéreas norte americanas adotaram o fator de 4 dB. Este fator de troca é baseado em análises não publicadas realizadas por Parrack (*apud* USA, 1998). Como resultado destas análises, este fator apresentou melhor desempenho para representar turnos temporários com ruídos em freqüência audiométrica de 1000 Hz. As curvas obtidas foram posteriormente publicadas pela EPA (JOHNSON, 1973 *apud* USA, 1998). O estudo também revelou que o fator de troca de 3 dB protegerá melhor a audição em freqüências de 4.000 Hz, e que o fator de troca de 5 dB seria mais adequado para proteção em freqüências médias: 500, 1.000 e 2.000 Hz.

A relação entre o fator de troca de 3 dB e a energia sonora foi apontada por Ostergaard em 1986 (*apud* USA, 1998), baseando-se em conceitos fundamentais como o decibel. Conforme apresentado pelo autor, o decibel é uma unidade adimensional baseada no logaritmo da quantidade medida, ou seja:

$$L = k \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right)$$

Onde:

L = nível em decibel;

A e B = quantidades que apresentam a mesma unidade;

k = constante multiplicadora.

O fator k vale 10 ou 20, dependendo de se A e B são medidas de energia ou pressão, respectivamente. O denominar B é o valor de referência. Através de cálculos é possível assim demonstrar qual o fator de troca quanto a energia é dobrada:

$$10 \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right) + q = 10 \log_{10} \left(2 \frac{A}{B} \right)$$

$$q = 10 \log_{10} \left(2 \frac{A}{B} \right) - 10 \log_{10} \left(\frac{A}{B} \right) = 2 \log_{10}(2) = 10(3.01) = 3.01 \text{ dB}$$

Esta mesma equação não se aplica para o fator de troca de 5 dB. Para $q=5$, a intensidade do som deveria aumentar mais que o dobro, segundo a equação acima. Este valor é conhecido como regra da OSHA, e segundo a NIOSH (1972) ele é menos restritivo do que a hipótese de igual energia.

Nos anos 70, a NIOSH (1972) recomendou o fator de troca igual a 5 dB, com base em dados limitados existentes na época. Segundo um Registro Federal Americano de 1975 (40 Fed. Reg. 12336) (*opt. cit*), o fator de troca de 5 dB é aconselhável para situações em que a exposição ao ruído sofre interrupções durante o turno de trabalho, assumindo-se que a perda auditiva não será tão grande quanto aquela que se obteria se o ruído fosse contínuo. Esta regra não faz distinção entre ruído contínuo e intermitente, e permite, comparativamente, exposições longas a níveis de ruído mais altos do que a regra de 3 dB permitiria.

No entanto, após revisão de evidências científicas mais modernas, a NIOSH (1996) recomenda hoje 3 dB como fator de troca. O fator de troca de 3 dB é amplamente adotado, como por exemplo nos EUA, na China, Inglaterra, Alemanha, entre outros.

4.5 Fator de troca x PAIR

Observa-se na literatura que existe um consenso entre os especialistas de que a PAIR se deve a dois fatores, a pressão sonora e tempo de exposição. A PAIR apresenta uma relação aproximada de proporcionalidade, qual seja:

$$Pair \propto p_A^n T_e$$

onde T_e é o tempo de exposição à pressão sonora p_A e n é um expoente a ser determinado.

Supondo-se dois trabalhadores são sujeitos a mesma PAIR, então temos que:

$$Pair_1 = Pair_2$$

Se ambos os trabalhadores são expostos a mesma pressão sonora, porém o trabalhador 2 é exposto somente pela metade do tempo do trabalhador 1, temos que a partir da relação de proporcionalidade:

$$p_A^n T_1 = p_A^n \frac{T_1}{2}$$

$$p_{A_2} = 2^{1/n} \times p_{A_1}$$

O incremento do nível de pressão sonora do trabalhador 2 em relação ao trabalhador 1 será:

$$q = 20 \log \frac{q_{A_2}}{q_{A_1}} = 20 \log 2^{1/n} \text{ dB(A)},$$

Onde:

q = fator de troca.

O fator de troca é um parâmetro muito importante que embasa as legislações relativas aos limites de exposição ao ruído em ambientes de trabalho.

Assim, o princípio de igual energia postula que a PAIR é proporcional à energia sonora recebida. A intensidade sonora é a energia por unidade de tempo por unidade de área e a energia sonora por unidade de área é dada pelo produto da intensidade sonora pelo tempo de exposição (BISTAFA, 2006). Como a intensidade sonora é proporcional ao quadrado da pressão sonora, temos que:

$$Pair \propto p_A^2 T_e$$

Assim, este princípio adota que $n = 2$ e $q = 3 \text{ dB(A)}$, ou seja, um acréscimo de 3 dB(A) no nível de ruído equivale à duplicação do tempo de exposição (e causa a mesma PAIR).

4.6 Nível A-ponderado x PAIR

Outro parâmetro na determinação da PAIR é o nível A-ponderado equivalente (L_{Aeq}). O nível equivalente é o nível de ruído estacionário que, se ocorresse durante o tempo de exposição, produziria a mesma PAIR que os eventos ruidosos reais a que o trabalhador está sujeito. Como as exposições ocorrem a níveis de ruído variáveis, a PAIR em termos de L_{Aeq} é dada por:

$$Pair \propto p_A^2 T_e = \int_0^{T_e} 10^{L_A(t)/10} dt = 10^{L_{Aeq} T_e} T_e$$

4.7 NR 15 x FUNDACENTRO

A NR 15 (1978) tem como referência o princípio da exposição temporal do ruído; segundo os critérios da ACGIH de 1971, diferenciando apenas o limite de exposição.

A NHT 07 e NHT 09 da FUNDACENTRO convergiam com as tabelas e cálculos da NR 15, servindo de respaldo para a realização das medições ocupacionais. A única diferença entre a NHT 09 e a NR 15 era a consideração do nível de 80 dB(A) na composição da dose de exposição (ARAÚJO *et. al.*, 2000).

Entretanto atualmente a Norma da FUNDACENTRO (NHO 01) se utiliza do princípio da energia equivalente, conforme a ACGIH atual, divergindo da NR 15, conforme explicitado na própria NHO-01 (FUNDACENTRO, 2001):

“Nota: Os critérios estabelecidos na presente Norma estão baseados em conceitos e parâmetros técnico-científicos modernos, seguindo tendências internacionais atuais, não havendo um compromisso de equivalência com o critério legal. Desta forma, os resultados obtidos e sua interpretação quando da aplicação da presente Norma podem diferir daqueles obtidos na caracterização da insalubridade pela aplicação do disposto na NR-15, anexo 1, da Portaria nº 3214 de 1978.”

As divergências observadas seguem apresentadas nas Tabelas 6 e 7 a seguir.

Tabela 6 – Comparação NR-15 e NHO-01 para ruído contínuo ou intermitente.

	NR 15	NHO 01
LT para 8 horas	85	85
Fator de Troca (q)	5	3
Nível limiar de detecção	Sem referência	80
Nível Médio (NM)	Sem referência	equação
Valores abaixo de 80 dBA	Desprezíveis para dose	Desprezíveis para dose
Nível de exposição	Sem referência	equação
Nível de exposição normalizado	Sem referência	equação
Nível de Ação	80 dBA ¹	82 ² dBA
Risco Grave e Iminente	115 dBA	115 dBA

1.NR-9 com 50% da dose
2.Nível de Exposição Normalizado

Fonte: BRASIL, 1978 e FUNDACENTRO, 2001.

Tabela 7– Comparação NR-15 e NHO-01 para ruído de impacto.

	NR 15	NHO 01
LT	120 dB(C) ou 130 dB(Lin)	140 dB(Lin)
Número de picos máximos admissíveis em função do número de impactos	Sem referência	Tabela Específica
Nível de Ação	Sem referência	(Np - 3) dB

Fonte: BRASIL, 1978 e FUNDACENTRO, 2001.

Na Tabela 6 sobre ruído contínuo ou intermitente é possível notar que a FUNDACENTRO manteve o LT de 85 dB(A), mas adotou um fator de troca igual a 3 dB, portanto o nível de ação passou a ser de 82 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas, sendo menos restritivo que a NR-15 que adota o nível de ação de 80 dB(A). Entretanto para os valores acima do LT o tempo máximo de exposição permissível para cada nível de ruído diminuiu como mostra a Figura 12 que é a plotagem das tabelas disponíveis na NR-15 e na NHO-01. Em 115 dB(A) NR-15 permite a exposição por um tempo de 7 minutos e a NHO-01 permite a exposição por 0,46 minutos.

Outra divergência importante é o uso de dosímetro. Pela NR-15 deve ser utilizado instrumento de nível de pressão sonora, enquanto a NHO-01 recomenda a utilização de dosímetro, sendo os medidores de leituras instantâneas uma alternativa, no entanto, as condições de trabalho que apresentem dinâmica operacional complexa, como, por, exemplo, a condução de empilhadeiras, atividades de manutenção, entre outras, ou que envolvam movimentação constante do trabalhador deverão ser avaliados obrigatoriamente com dosímetros.

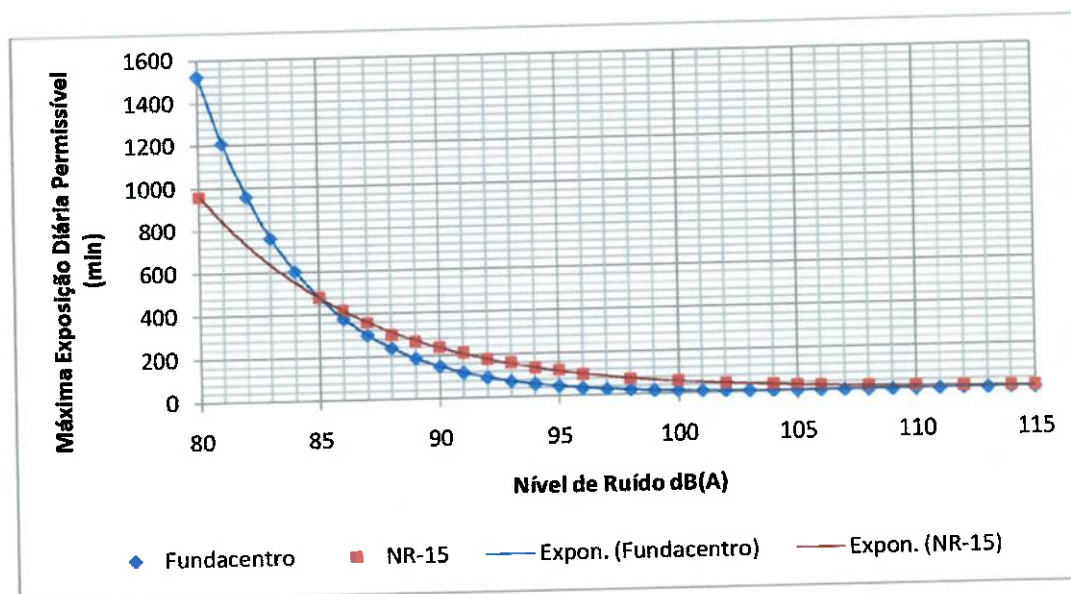


Figura 12 - Tempo máximo permissível NR-15 x FUNDACENTRO.

Para ruídos de impacto ou impulsivo a NHO 01 altera o limite de tolerância em dB linear e não cita as alternativas na utilização de parâmetros em uma leitura em dB(C) circuito de resposta rápida.

A NHO 01 passou a relacionar o número de picos máximos admissíveis em função do nível de ruído, o limite de exposição varia de 120 dB(Lin), para 10.000 picos até 140 dB(Lin), para 100 picos ou menos, ainda passou a adotar o critério do nível de ação para o ruído de impacto. A NR-15 permite até 120 dB(C) ou 130 dB(linear), sem especificar o número de picos e o nível de ação.

As Normas de Higiene Ocupacional da FUNDACENTRO deveriam ser complementares e servir de subsidio para a NR-15, porém as divergências entre a NR-15 e a NHO-01 são claras, gerando dúvidas quando a aplicabilidade das

normas, um exemplo é a Instrução Normativa do INSS que utiliza os limites de tolerância estabelecidos pela NR-15, com a metodologia e os procedimentos de avaliação dos agentes nocivos estabelecidos pelas NHOs da FUNDACENTRO

4.8 Medidas de Controle

Os níveis de ruído nocivos são identificados facilmente e na grande maioria dos casos é tecnicamente viável controlar o excesso de ruído aplicando tecnologia comercial, remodelando o equipamento, o processo ou adaptando as máquinas ruidosas. Entretanto com muita frequência, não se faz nada. Há varias razões para isso. Em primeiro lugar, embora muitas soluções para controle de ruído são notavelmente econômica, outras são muito caras em particular quando se trata de reduções nos níveis 85 ou 80 dB(A).

Uma importante razão para a ausência de programas de conservação da audição conservação e do controle de ruídos é que infelizmente, o ruído é geralmente aceito como um "mal necessário", uma parte do negócio, um aspecto inevitável de trabalho Industrial.

O ruído nocivo não derrama sangue, não rompe ossos, não prejudica os tecidos. Se os trabalhadores podem suportar a exposição nos primeiros dias ou semanas, muitas vezes têm a sensação de "acostumar" com o ruído, no entanto, provavelmente começaram a sofrer uma perda temporária da audição, o que reduz a sua sensibilidade auditiva durante a jornada de trabalho, e muitas persiste após ela.

Essa perda auditiva depois avança de forma insidiosa, aumentando gradualmente ao longo dos meses e anos, e passa despercebida em grande parte até que esta atinja grandes proporções.

Outro grande motivo para a falta de reconhecimento dos perigos da poluição sonora resultante é que a deficiência auditiva envolve um estigma, as pessoas associam a perda auditiva ao envelhecimento, lentidão mental e incompetência então relutam em reconhecer sua perda auditiva.

5 CONCLUSÃO

Conforme proposto no objetivo do trabalho, o levantamento das legislações e normas e sua comparação foram realizados. Encontrou-se níveis de exposição ao ruído ocupacional definidos entre 70 dB(A) (China) e 95 dB(A) (Turquia), com fatores de troca variando entre 3 dB(A) em 78% dos países e 5 dB(A) em 22% dos países. Foi observado que ainda não há consenso na definição dos níveis exatos de exposição ao ruído em ambientes de trabalho.

REFERÊNCIAS

ABEL - ACÚSTICA BRASILEIRA ENGENHARIA LTDA. **Respostas a perguntas frequentes**. Disponível em: <www.abel-acustica.com.br>. Acesso em: 15 abr. 2008.

AGÊNCIA EUROPEIA PARA A SEGURANÇA E A SAÚDE NO TRABALHO. **União Européia diz "calem esse ruído"**. Campanha da Agência Européia para a segurança e a saúde no trabalho. Disponível em: <http://osha.europa.eu/press_room/050411_Media_Advisory?set_language=pt>. Acesso em: 20 mar. 2008.

AMERICAN CONFERENCE FOR GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **About ACGIH**. Disponível em: <www.acgih.org>. Acesso em: 1 maio 2008.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. **Overview**. Disponível em: <www.ansi.org>. Acesso em: 1 maio 2008.

ALMEIDA, S. I.; ALBERNAZ, P. L.; ZAIA, P. A.; XAVIER, O. G.; KARAZAWA, E. H. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 46, p.143-58, 2000.

ARAÚJO, G. M.; REGAZZI, R. D. Um peso e duas medidas: há divergência as normas de higiene ocupacional da FUNDACENTRO e NR sobre ruído. **Proteção**, v. 13, n. 107 nov. 2000. p. 45-47.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 10152 (NB 95): níveis de ruídos para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1990.

AUSTRÁLIA. National Occupational Health and Safety Commission. **National strategy for the prevention of occupational noise-induced hearing loss**. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1989. 47 p. Worksafe Standard Australia.

AUSTRÁLIA. National Occupational Health and Safety Commission. **Occupational noise**. Discussion paper with options for a National Standard on Occupational Noise and draft National Code of Practice for Noise Management and Protection of Hearing at Work: a public discussion paper. Canberra, 1989. 58 p.

AUSTRÁLIA. National Standard for Occupational Noise. NOSHSC: 1007-1993. **Occupational noise**. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1993. p. 3-9

AUSTRALIA. Northern Territory Government. National Worksafe. Department Of Employment, Education And Training. **Occupational noise management**. 2003. Disponível em: <<http://www.worksafe.nt.gov.au/corporate/publications/pub0007.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2008.

BEHAR, A.; CHASIN, M.; CHEESMAN M. **Noise control: a primer**. San Diego: Singular Publishing Group, 2000.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

BRASIL. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-econômicos. **Anuário dos trabalhadores: 2007**. 8ª ed. São Paulo: DIESSE, 2007.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. **Decreto nº 5.063**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Última visita em 9 de maio de 2008.

BRASIL. Presidência da República. **Consolidação das Leis do Trabalho**. Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Disponível em: <www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/legis/CLT/INDICE.html>. Última visita em 9 de maio de 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Perda auditiva induzida por ruído**. Brasília: Editora MS, 2006.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6514**, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho, 1977. Disponível em: <www.dataprev.gov.br>. Última visita em 9 de maio de 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 3.214**, de 8 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras (NR) do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, 1978. Disponível em: <www.mte.gov.br/legislacao/portarias/1978/p_19781008_3214.asp>. Última visita em 9 de maio de 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Convenções da OIT**. Brasília, 2002. 62 p. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/seg_sau/pub_cne_convencoes_oit.pdf>. Acesso em: 1 maio 2008.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 19, de 09 de abril de 1998: estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da

audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 abr. 1998.

CAVALLI, R. C. M. Análise comparativa entre programas de conservação auditiva. In: MORATA, T. C. ; ZUCKI, F. **Caminhos para a saúde auditiva – ambiental e ocupacional**. São Paulo: Plexus, 2005. p. 95-108.

CÉZAR, M. R. V. **Atuação do fonoaudiólogo na prevenção da perda auditiva induzida por ruído**. 2007. Tese (Doutorado) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Recife, 2007. Disponível em: <<http://www.cefac.br>>. Acesso em: 5 maio 2008.

CHARTERED INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH – CIEH. **Health and Safety**. Disponível em: <<http://www.cieh.org>>. Última visita em 5 de fevereiro de 2008.

CORRÊA FILHO, H. R.; COSTA, L. S.; HOEHNE, E. L.; PÉREZ, M. A. G.; NASCIMENTO, L. C. R.; MOURA, E. C. Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p. 693-701, 2002.

COSTA E. A. Classificação e quantificação das perdas auditivas em audiometrias industriais. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 16, n. 61, p. 35-38, 1988.

COX, J. W. Ruído: critérios de exposição no Brasil e nos Estados Unidos. **Boletim Informativo da FUNDACENTRO**, v. 4, n. 47, p. 1-3, nov. 1973.

DANIALEX TEC. **Audição**. Disponível na internet em: <www.danialex.com.br/audicao.html>. Última visita em 12 abr. 2008.

ENGLAND. Office of Public Sector Information. **Statutory Instrument 2005 nº 1643 – the control of noise at Work Regulations**. 2005. Disponível em: <<http://www.opsi.gov.uk/si/si2005/20051643.htm>>. Acesso em: 3 mai. 2008.

ESPAÑA. Ministerio del Trabajo e Inmigración. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo de 2006; sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. **BOE**, nº 60, 11 mar. Disponível em: <<http://www.mtas.es/insht/legislation/RD/ruido.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2008.

ESPINDOLA, M. Z. B. L. **A proteção biojurídica do trabalhador brasileiro exposto ao ruído.** Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=8036>>. Acesso em : 01 maio 2008.

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de higiene ocupacional: procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao ruído.** São Paulo, 2001. 37 p. NHO-01.

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequena Empresa. **Segurança e saúde no trabalho para micro e pequenas empresas: ruído.** Disponível em: <<http://sstmpe.fundacentro.gov.br/Anexo/Ruido.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2008.

GLORIG, A. Noise: past, present and future. **Ear Hear**, v. 1, p. 4-18, 1980.

HAY, B. Occupational noise exposure. **Applied Acoustics**, v. 8, p. 299-313, 1975.

HAY, B. Maximum permissible noise levels at the workplace in the EEC, Spain, Portugal and Turkey. **Applied Acoustics**, v. 15, p. 61 -69, 1982.

IGNACIO, J. S.; BULLOCK, W. H. **A strategy for assessing and managing occupational exposures.** Fairfax: American Industrial Hygiene Association, 2006. 452 p.

INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. Instrução normativa: INSS/PR nº 11 de 20 de setembro de 2006. **Diário Oficial da União**, 21 set. 2006. Disponível em: <<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/38/inss-pres/2006/11.htm>>. Acesso em: 21 mar. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL. **Ordem de Serviço 608.** Brasília: Ministério da Previdência Social, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **About ISO.** Disponível em: <<http://www.iso.org>>. Acesso em: 01 maio 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 1999:1900. **Acoustics – determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment.** 2.ed. Genebra: International Organization for Standardization, 1990.

INTERSOCIETY COMMITTEE REPORT. Guidelines for noise exposure control. **Journal of Occupational Medicine**, v. 12, n. 7, p. 276-281, 1970.

JAPAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HEALTH. Recommendation of occupational exposure limits (2007-2008). **Journal of Occupational Health**, v. 49, p. 328-44, 2007.

LARGUESA, R. P. **Software medidor de pressão sonora**. Disponível em: <www.larguesa.kit.net>. Última visita em 9 maio 2008.

LEHMKUHL, C. B. Práticas para a prevenção de perdas auditivas: comparação entre aspectos legislativos e científicos. In: MORATA, T. C.; ZUCKI, F. **Caminhos para a saúde auditiva: ambiental e ocupacional**. São Paulo: Plexus Editora, 2005. 157-172 p.

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

MELLO JUNIOR, P. R. M. **O ruído industrial e sua regulamentação nacional e internacional**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART379.pdf>. Acesso em: 1 maio 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO/INTERNACIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Convenção nº 148: contaminação do ar, ruídos e vibrações**. 11 ago. 1983. Disponível em: <www.ilo.org/public/portugue/region/ampro/brasil/inf/download/convencao148.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO/INTERNACIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo**. 2001. v. 2, parte 6, cap. 47: Ruído. Versão em espanhol da enciclopédia da OIT, disponível no endereço eletrônico do Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España: <<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/>>. Acesso em: 4 abr. 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NACOES UNIDAS. **Workshop on Environmental Statistics, Indicators and Accounting**. Ethiopia: United Nations Economic And Social Council, 1998.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA. Diretiva 2003/10/CE de 6 de Fevereiro de 2003 relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído). **Jornal Oficial da União Européia**. União Européia, 15 de fevereiro de 2003.

PORTUGAL. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Decreto Lei nº 182/2006 de 6 de Setembro de 2006. **Diário da República**, Lisboa, Série 1, nº 172, set. 2006.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. **Norma técnica estadual sobre ruído**. São Paulo, 1994. 22 p.

SEXTO, L. F. **Ruído, normativa y legislación en Cuba**. Disponível em: <<http://noisexto.blogia.com/2006/120201-ruído-normativa-y-legislacion-en-cuba.php>>. Acesso em: 20 mar. 2008.

SHAIKH, G. H. Occupational noise exposure limits for developing countries. **Applied Accoustics**, v. 57, p. 89-92, 1999.

SOBRAC. Recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre Ruído Industrial. **Revista de Acústica e Vibrações**, n. 16, p. 52-57, dez. 1995.

TEXAS INSTRUMENTS INC. **Site oficial da Texas Instruments Inc.** Disponível em: <<http://www.ti.com>>. Última visita em 1 maio 2008.

UNITED STATES. National Institute for Occupational Safety and Health. U. S. Department of Health, Educational, and Welfare. **Criteria for a recommended standard: occupational exposure to noise**. Washington, 1972.

UNITED STATES. National Institute for Occupational Safety and Health. **About NIOSH**. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/about.html>>. Acesso em: 1 maio 2008.

UNITED STATES. National Institute for Occupational Safety and Health. **National occupational exposure survey (NOES)**. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/noes>>. Acesso em: 1 maio 2008.

UNITED STATES. National Institute for Occupational Safety and Health. U. S. Department of Health and Human Services. **Criteria for a recommended standard: occupational noise exposure - revised criteria 1998**. Cincinnati, 1998. DHHS (NIOSH) Publication n. 98-126. 105 p. U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE. **Some considerations in choosing an occupational noise exposure regulation**. Massachusetts: Environmental Protection Agency, 1976. 150 p.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Health Standards for Occupational Noise Exposure in Coal, Metal and Nonmetal Mines. **Registro Federal**. EUA, 1998. v. 63, nº 100. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>. Última visita em 05 de maio de 2008.

WIKIPÉDIA. **União Européia**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>. Última visita em 01 de maio de 2008.

WORKSAFE WESTERN AUSTRALIA COMMISSION. **Code of practice - managing noise at workplaces**. 2002. Disponível em: http://www.docep.wa.gov.au/WorkSafe/PDF/Codes_of_Practice/code_noise_workplace.pdf>. Acesso em: 7 maio 2008.

WORKSAFE SASKATCHEWAN. **Physical Hazards – Noise**. Disponível em: <http://www.worksafesask.ca/files/ont_wsib/certmanual/ch_10.html>. Acesso em: 01 maio 2008.

ANEXOS

Questionário para identificação de ruído

Você agora irá identificar as condições de SST da sua empresa.				
RUÍDO				
1 As pessoas que conversam a meio metro de distância são obrigadas a elevar a voz devido ao ruído?	Sim		Não	Provavelmente o ruído existente não gera risco de perda auditiva, contudo mesmo assim deve-se conhecer e aplicar a NR 9. Se a resposta for não termina aqui o questionário.
2 Foram realizadas medições do nível de ruído para dimensionar a exposição dos trabalhadores, conforme estabelece a NR 9?	Sim		Não	Efetuar medições de ruído, de acordo com a NR 15 e NHO 01/2001.
3 O nível de exposição diário ao ruído dos trabalhadores é superior a 80 dB(A)?	Sim		Não	Se a resposta for NÃO – Termina aqui o questionário.
4 O nível de exposição diário ao ruído dos trabalhadores é superior a 85 dB(A)?	Sim		Não	Medir o ruído nos postos de trabalho, efetuar o controle médico e adotar medidas para que o nível de exposição diário não exceda os 85 dB(A). Se for não, termina aqui o questionário.
5 Estão sendo estudadas medidas de intervenção no ambiente para redução do ruído?	Sim		Não	Devem ser estudadas medidas de intervenção no ambiente para redução do ruído.
6 São fornecidos aos trabalhadores os protetores auditivos adequados ao nível de exposição, enquanto não são adotadas as medidas de controle no ambiente?	Sim		Não	Fornecer aos trabalhadores os protetores auditivos adequados ao nível de exposição.
7 São considerados os resultados dos exames médicos (audiometrias) para o controle da exposição das pessoas com perda auditiva?	Sim		Não	Com base nos resultados das audiometrias adotar medidas de organização do trabalho (rodízio de tarefas), que reduzam a exposição dos trabalhadores com perda auditiva.

[.http://sstmpe.fundacentro.gov.br/Anexo/Ruido.pdf](http://sstmpe.fundacentro.gov.br/Anexo/Ruido.pdf)

Fonte: FUNDACENTRO e Sebrae – Segurança e Saúde no Trabalho para Micro e Pequenas Empresas.