

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA – PECE
ESPECIALIZAÇÃO EM HIGIENE OCUPACIONAL - EAD**

**GUILHERME JOSÉ ABTIBOL CALIRI
MÁRIO ALVES SOBRAL JÚNIOR**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE BICOS SILENCIADORES DE
AR COMPRIMIDO COMO MEDIDA DE PROTEÇÃO COLETIVA
PARA REDUÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO**

**São Paulo
2008**

**GUILHERME JOSÉ ABTIBOL CALIRI
MÁRIO ALVES SOBRAL JÚNIOR**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE BICOS SILENCIADORES DE
AR COMPRIMIDO COMO MEDIDA DE PROTEÇÃO COLETIVA
PARA REDUÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Especialista em
Higiene Ocupacional**

**São Paulo
2008**

**GUILHERME JOSÉ ABTIBOL CALIRI
MÁRIO ALVES SOBRAL JÚNIOR**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE BICOS SILENCIADORES DE
AR COMPRIMIDO COMO MEDIDA DE PROTEÇÃO COLETIVA
PARA REDUÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Especialista em
Higiene Ocupacional**

**Área de Concentração:
Higiene Ocupacional**

**São Paulo
2008**

RESUMO

Na área de segurança e saúde ocupacional, em geral, se prioriza o controle do risco no receptor (uso de EPI - equipamento de proteção individual) e não na fonte (EPC - equipamentos de proteção coletiva). Este trabalho teve como objetivo analisar o nível de ruído produzido por pistolas de ar comprimido em um ambiente fabril; testar a eficiência de bicos silenciadores como forma de medida de proteção coletiva para minimizar o risco de PAIR (perda auditiva induzida por ruído); e quantificar a eficiência dos bicos silenciadores na redução de ruído durante a jornada de trabalho. Para o estudo da redução do nível de ruído substituiu-se o bico de ar comprimido convencional por bicos sopradores silenciadores marca CHP modelo B-OI R(A). Utilizou-se os parâmetros Dose (8h)(%) e Lavg (8h)(nível médio de exposição) para se quantificar a redução do nível de ruído. A média da redução nas três linhas analisadas, com a utilização do bico silenciador foi de 5,6 dB(A) no Lavg (8h) e 53,1 (%) na Dose (8h)(%).

Palavras chave: Ruído. Controle de ruído. Bicos silenciadores de ar comprimido.

ABSTRACT

In the area of safety and occupational health, in general, it prioritizes the control of the risk in the receiver (PPE - personal protective equipment) and not in the source (CPE - collective protective equipment). This paper had as objective to analyze the level of noise produced for air pistols compressed in an environment manufacturer; to test the efficiency of peaks silencers as form of measure of collective protection to minimize the HLIN risk (hearing loss induced by noise); to quantify the efficiency of the peaks silencers in the noise reduction during the hours of working. For the study of the reduction of the noise level the conventional compressed air peak was substituted for peaks puffers silencers marks CHP model B-01 R(A). One used the parameters Dose (8h) (%) and Lavg (8h) (average level) to quantify the reduction of the noise level. The average of the reduction in the three analyzed lines, with the use of the peak silencer was 5,6 dB(A) in Lavg (8h) and 53.1 (%) in the Dose (8h) (%). The peaks silencers had significantly reduced the noise produced for compressed air pistol, demonstrating to be very efficient as measured of collective protection.

Keywords: Noise. Noise of control. Peaks puffers silencers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Faixas de frequências captáveis pela orelha humana.....	16
Figura 2 – Propagação da onda sonora.....	17
Figura 3 – Curva de Audibilidade.....	18
Figura 4 – Curvas de Compensação.....	19
Figura 5 – Pistola de ar comprimido com o bico convencional.....	26
Figura 6 - Bico silenciador modelo B-01 R (A).....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	23
Tabela 2 – Valores do nível de ruído mensurados e projetados para uma jornada de trabalho de oito horas diárias, em três linhas de montagens, utilizando-se pistolas de ar comprimido com bico convencional e bicos silenciadores.....	29

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
OBJETIVOS GERAIS	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
JUSTIFICATIVA	10
1 REVISÃO DE LITERATURA	11
1.1 POLUIÇÃO SONORA/BARULHO/SOM/RUÍDO	11
1.1.1 Efeitos do ruído sobre a saúde	11
1.1.2 Reações do corpo humano ao ruído	14
1.1.3 Surdez profissional	15
1.2 ENTENDENDO O RUÍDO	16
1.2.1 Ondas acústicas	16
1.2.1.1 Som	16
1.2.2 Ondas de pressão sonora	17
1.2.3 Nível de Pressão Sonora (NPS)	17
1.3 INSTRUMENTAÇÃO PARA MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE RUÍDO	19
1.4 CONTROLE DE RUÍDO	20
1.5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS NO BRASIL	21
2 MATERIAL E MÉTODO	24
2.1 LOCAL DE AMOSTRAGEM	24
2.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	24
2.3 COLETA DE DADOS	24
2.4 PROCEDIMENTOS E PONTOS DE AMOSTRAGEM	25
2.5 BICOS SILENCIADORES	25
2.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.1 NÍVEL DE RUÍDO NAS LINHAS DE MONTAGEM (LM), UTILIZANDO-SE O BICO DE AR COMPRIMIDO CONVENCIONAL	28
3.2 NÍVEL DE RUÍDO NAS LINHAS DE MONTAGEM (LM), UTILIZANDO-SE O BICO SILENCIADOR DE AR COMPRIMIDO	29
3.3 EFICIÊNCIA DO BICO SILENCIADOR	30
3.4 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO BICO SILENCIADOR	30
4 CONCLUSÕES	32

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

33

GLOSSÁRIO

36

INTRODUÇÃO

A poluição sonora é um problema que aumenta a cada dia. Além do desconforto causado ao ser humano e ao meio ambiente, a perda da audição é outra consequência que pode ocorrer devido à exposição prolongada ao ruído. Várias empresas, por meio de sua política de gestão ambiental, e visando a certificação por normas internacionais de gestão, começaram a buscar alternativas para reduzir os impactos causados pelo processo produtivo, tanto ao meio ambiente quanto aos seus colaboradores.

No Amazonas, algumas empresas possuem certificação na área ambiental e segurança e saúde ocupacional (SUFRAMA, 2008). Devido à globalização e as exigências do mercado, este é um quadro que tende a mudar em médio prazo. Na área de segurança e saúde ocupacional, em geral, se prioriza o controle do risco no receptor (uso de EPI - equipamento de proteção individual) e não na fonte (EPC-equipamentos de proteção coletiva).

Em Manaus, existe um pólo industrial denominado Zona Franca de Manaus, onde estão instaladas diversas multinacionais de variados ramos. O fato dos autores desta monografia laborarem em empresas do Pólo Industrial de Manaus, tornou possível realizar um estudo “in loco” com uma problemática real.

A realização de um estudo do nível de ruído produzido por pistolas de ar comprimido, utilizadas no processo de limpeza de peças, é um procedimento simples e direto, e visa verificar se o ruído encontra-se em conformidade com a legislação vigente em relação aos limites máximos permitidos.

Por meio de medidas de proteção coletiva é possível reduzir o nível de ruído em determinados casos. A utilização de pistolas de ar comprimido elevam bastante o nível de ruído, atingindo picos de até 105 dB(A) no disparo do jato de ar. É necessário e obrigatório, neste tipo de atividade, utilizar o protetor auricular como forma de neutralizar ou minimizar o risco.

OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objetivo mensurar o nível de ruído produzido por pistolas de ar comprimido em um ambiente fabril; avaliar a eficiência de bicos silenciadores como forma de medida de proteção coletiva para minimizar o risco de PAIR (perda auditiva induzida por ruído).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Quantificar o nível médio de ruído (L_{avg}) de uma determinada atividade industrial que utiliza jatos de ar comprimido no processo;
- b) Substituir o bico convencional de ar comprimido das pistolas por bicos silenciadores e mensurar o L_{avg} ;
- c) Comparar os L_{avg} 's e verificar se houve ou não redução dos valores encontrados.

JUSTIFICATIVA

Devido a perda auditiva ser um problema social, implicando em ações indenizatórias com elevados valores contra as empresas, faz-se necessário investir em tecnologias de proteções coletivas para se reduzir o nível de ruído em ambientes fabris. A utilização de bicos silenciadores em pistolas de ar comprimido é uma medida simples e de fácil implantação, e que pode apresentar bons resultados como medida de proteção coletiva.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 POLUIÇÃO SONORA/SOM/RUÍDO

A poluição sonora é o conjunto de todos os ruídos provenientes de uma ou mais fontes sonoras manifestadas ao mesmo tempo num ambiente qualquer. Como os ouvidos não estão preparados para resistir a ruídos de alta intensidade por muito tempo, todos sofrem com a poluição sonora (GERGES, 2005).

O ruído é, por definição, um som indesejável. Ele varia em sua composição em termos de frequência, intensidade e duração. Sons que são agradáveis para algumas pessoas podem ser desagradáveis para outras. Por exemplo, os sons de música podem ser divertidos para alguns, mas outros já os consideram lesivos. Então, para um som ser classificado como "ruído", este deve ser julgado pelo ouvinte (GERGES, 2005).

O som é um fenômeno físico ondulatório periódico, resultante de variações da pressão num meio elástico que se sucedem com regularidade (GERGES, 2005).

O som pode ser representado por uma série de compressões e rarefações do meio em que se propaga, a partir da fonte sonora. Não há deslocamento permanente de moléculas, ou seja, não há transferência de matéria, apenas de energia (GERGES, 2005).

Ruído é "qualquer sensação sonora indesejável". Há quem considere o ruído como "um som indesejável que invade nosso ambiente, ameaçando nossa saúde, produtividade, conforto e bem estar" (FERNANDES, 1994).

1.1.1 Efeitos do ruído sobre a saúde

A poluição sonora tem reflexos em todo o organismo e não apenas no sistema auditivo. Ruídos intensos e permanentes podem causar vários distúrbios, alterando significativamente o humor e a capacidade de concentração nas ações humanas.

Provoca interferências no metabolismo de todo o organismo com riscos de distúrbios cardiovasculares, inclusive tornando a perda auditiva, quando induzida pelo ruído, irreversível (PIMENTEL-SOUZA, 1988).

Alguns destes efeitos podem ser enumerados da seguinte forma (PIMENTEL-SOUZA, 1988):

Efeitos psicológicos:

- Perda da concentração;
- Perda dos reflexos;
- Irritação permanente;
- Insegurança quanto à eficiência dos atos;
- Embaraço nas conversações;
- Perda da inteligibilidade das palavras;
- Impotência sexual.

Efeitos fisiológicos:

- Perda auditiva até a surdez permanente;
- Dores de cabeça;
- Fadiga;
- Loucura;
- Distúrbios cardiovasculares;
- Distúrbios hormonais;
- Gastrite;
- Disfunção digestiva;
- Alergias;
- Aumento da frequência cardíaca;
- Contração dos vasos sanguíneos.

Deve ser observado que proteger a saúde da população é o principal objetivo de todos os esforços públicos para controlar a exposição ao ruído do indivíduo, da comunidade e no meio ambiente. A interferência do ruído com o repouso, descanso e sono é a maior causa de incômodo. E devemos notar que a pior intervenção se dá na forma de ruído intermitente, como por exemplo: passagem de veículos pesados e de aviões próximas às habitações (CARNEIRO, 2002).

O ruído pode dificultar o adormecer e causar sérios danos ao longo do período de sono profundo, proporcionando o inesperado despertar. Níveis de ruído associados aos simples eventos podem criar distúrbios momentâneos dos padrões naturais do sono, por causar mudanças dos estágios leve e profundo do mesmo. A pessoa pode sentir-se tensa e nervosa devido às horas não dormidas ou mal dormidas. O problema está relacionado com a descarga de hormônios, provocando o aumento da pressão sanguínea, vasoconstrição, aumento da produção de adrenalina e perda de orientação espacial momentânea. Despertar de um sono depende do estágio do sono, dos horários noturnos e matinais, idade do indivíduo entre outros fatores (BRAZ, 1988).

Uma outra característica humana é a proteção natural aos eventos sonoros, isto ocorre quando o ser humano é previamente avisado que tal ruído ou sons elevados vão acontecer. Existe uma defesa psicológica que prepara o indivíduo para a exposição, o efeito contrário se dá exatamente quando é inesperado. É o caso do ruído se apresentar quando o indivíduo encontra-se desatento e/ou dormindo, comumente é considerado como som intrusivo. É extremamente desagradável, pois, ele é pego de surpresa e não há tempo de armar sua defesa auditiva natural. Por isso deve-se preservar o direito de descanso das pessoas quando estas dormem, a fim de protegê-las dos efeitos que talvez poderão ser considerados mais delicados (BRAZ, 1988).

A perda auditiva típica observada em pessoas que possuem uma longa história de exposição ao ruído é caracterizada por perda de audição na faixa entre 3000 e 6000 Hz. Na fase precoce à exposição, uma perda de audição temporária é observada ao fim de um período, desaparecendo após algumas horas. A exposição contínua ao ruído resultará em perda auditiva permanente que será de natureza progressiva e se tornará notável subjetivamente ao trabalhador no decorrer do tempo. Estas mudanças nos limiares auditivos podem ser monitoradas por meio de testes audiométricos e isto alertará aos médicos de que medidas preventivas deverão ser iniciadas. Nos estágios avançados, uma perda de audição nas frequências altas afetará seriamente a habilidade para entender a fala normal. Em geral, pessoas com perdas auditivas nas frequências altas não experimentarão dificuldades para detectar a fala, mas terão problemas para entender conversações (HOFFMAN *et al.*, s.d).

1.1.2 Reações do corpo humano ao ruído

a) Reações generalizadas ao stress

A Organização Mundial de Saúde (OMS) considera que o início do estresse auditivo se dá sob exposições a 55 dB (SOBRAC, 1995).

b) Reações físicas

Os ruídos aumentam a pressão sangüínea, o ritmo cardíaco e as contrações musculares. São capazes de interromper a digestão, as contrações do estômago, os fluxos da saliva e dos sucos gástricos. Provocam maior produção de adrenalina e outros hormônios, aumentando, no sangue, o fluxo de ácidos graxos e glicose. No que se refere ao ruído intenso e prolongado ao qual o indivíduo habitualmente se expõe, resultam mudanças fisiológicas mais duradouras até mesmo permanentes, incluindo desordens cardiovasculares, de ouvido-nariz-garganta e, em menor grau, alterações sensíveis na secreção de hormônios, nas funções gástricas, físicas e cerebrais (JURRIENS, 1981).

Em casos de estresse crônico (permanente) nos trabalhadores, têm sido constatado efeitos psicológicos, distúrbios neurovegetativos, náuseas, cefaléias, irritabilidade, instabilidade emocional, redução da libido, ansiedade, nervosismo, hipertensão, perda de apetite, sonolência, insônia, aumento de prevalência da úlcera, distúrbios vitais, consumo de tranqüilizantes, perturbações labirínticas, fadiga, redução de produtividade, aumento dos números de acidentes, de consultas médicas e do absenteísmo (WHO, 1990).

c) Alterações mentais e emocionais

As reações na esfera psíquica dependem das características do agente, do meio, e das condições emocionais do receptor, no momento da exposição. As reações podem manifestar-se através de irritabilidade, ansiedade, excitabilidade, desconforto, medo, tensão e insônia (PIMENTEL-SOUZA, 1988).

1.1.3. Surdez profissional

Sua ocorrência depende de características ligadas ao homem, ao meio e ao agente (ruído). Para que ocorram casos de surdez profissional, é necessário que haja uma exposição considerável ao ruído, isto é, a exposição a níveis elevados durante um longo período, sendo dois fatores interligados (SOBRAC, 1995).

As perdas auditivas causadas pelo ruído excessivo podem ser divididas em três tipos (SOBRAC, 1995):

- Trauma Acústico - Embora esta denominação seja polêmica, adota-se o conceito de trauma acústico como sendo a perda auditiva de instalação repentina, causada pela perfuração do tímpano acompanhada ou não da desarticulação dos ossículos do ouvido médio ocorrida geralmente após a exposição ao ruído de impacto, de grande intensidade (tiro, explosão, etc.) com grandes deslocamentos de ar.
- Surdez temporária - Também conhecida como mudança temporária do limiar de audição, ocorre após uma exposição a um ruído intenso, por um curto período de tempo.
- Surdez permanente - A exposição repetida dia após dia, a um ruído excessivo, pode levar o indivíduo a uma surdez permanente.

É importante lembrar que um fator de grande importância, em qualquer tipo de perda de audição, é a suscetibilidade individual. Indivíduos que se encontram num mesmo local ruidoso podem se comportar de maneira diferente. Alguns são extremamente sensíveis ao ruído e outros parecem não ser atingidos pelo mesmo. Deve ser considerado que há perda natural de audição com a idade (presbiacusia) (VALLET, 1982).

1.2 ENTENDENDO O RUÍDO

1.2.1. Ondas acústicas

1.2.1.1 Som

O som é originado por uma vibração mecânica que se propaga no ar e atinge a orelha, em outras palavras seria qualquer vibração que possa ser ouvida (SALIBA, 2004).

O som é parte da vida diária e apresenta-se através de música, canto de animais, um buzina, as ondas do mar, etc. Todavia, muitos sons são desagradáveis e muitas vezes indesejosos. Para um som ser captado, é preciso que ele esteja dentro da faixa de frequência captável pela orelha humana. Essa faixa, em orelha normal, varia em média de 20 a 20.000 Hz (SALIBA, 2004).



Figura 1. Faixas de frequências captáveis pela orelha humana
Fonte: Saliba (2004)

JESUS *et al.* (2004) expõe que dependendo do nível de intensidade e do tempo de exposição ao ruído, o indivíduo pode sofrer uma série de prejuízos à audição. Prejuízos que podem ir desde uma pequena dificuldade até a surdez total e irreversível.

GERGES (2005) informa que “o efeito do ruído em um indivíduo não depende somente das suas características (amplitude, frequência, duração, etc.), mas também da atitude de um indivíduo sobre ele”.

1.2.2 Ondas de pressão sonora

O ar é formado por moléculas distribuídas uniformemente no espaço que se movimentam ao acaso e provocando sobre os demais objetos uma pressão conhecida como pressão normal, ocasionando compressões e depressões (JESUS *et al*, 2004).

Conforme GERGES (2005) a geração do ruído é causada pela variação da pressão ou da velocidade das moléculas do meio. O som é uma forma de energia que é transmitida pela colisão de moléculas do meio, umas contra as outras, sucessivamente. Portanto, o som pode ser representado por uma série de compressões e depressões (rarefações) do meio em que se propaga, a partir da fonte sonora conforme ilustração abaixo:

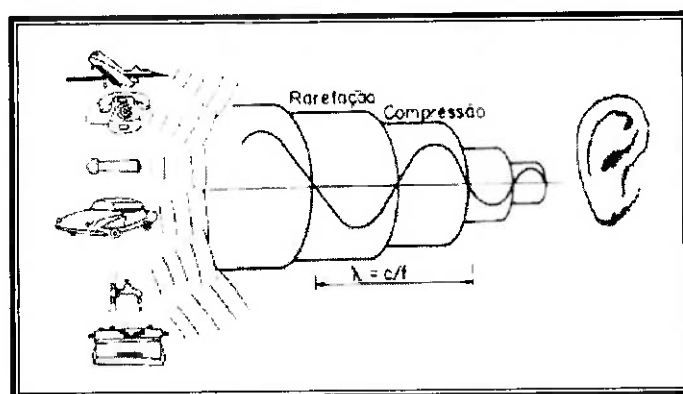


Figura 2. Propagação da onda sonora.
Fonte: Gerges (2005)

1.2.3. Nível de Pressão Sonora (NPS)

A pressão sonora no ar representa a variação da pressão atmosférica em relação a um valor de referência, percebido pela orelha humana a qual responde a uma larga faixa de intensidade acústica, desde o limiar da audição até o limite da dor (GERGES, 2005).

A variação de pressão deve possuir um valor mínimo para atingir o limiar de audibilidade. Essa variação é a diferença instantânea entre a pressão atmosférica na

presença e ausência do som, em um mesmo ponto (GERGES, 2005). Segundo SALIBA (2004) em uma pesquisa realizada com pessoas jovens, sem problemas auditivos, foi revelado que o limiar de audibilidade é de $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ou 0,00002 N/m. Mundialmente convencionou-se este valor como sendo 0 dB, ou seja, o nível de pressão sonora audível. Em síntese o Nível de Pressão Sonora (NPS) pode ser expresso na equação abaixo:

$$NPS = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2}$$

onde: P = é a raiz média quadrática das variações dos valores instantâneos da pressão sonora.

P₀ = pressão de referência que corresponde ao limiar de audibilidade.

Nas faixas entre 2.000 e 5.000 Hz, a orelha humana é mais sensível ao ruído e menos sensível naquelas frequências extremamente baixas ou altas. Tomando-se um padrão de 1000 Hz e medindo-se a resposta subjetiva produzida por determinado NPS em cada frequência, pode-se traçar curvas isoaudíveis (SALIBA, 2004).

Segundo SOARES (2008), a unidade de nível de audibilidade é denominada *fon* (mostrada pelos números em vermelho no gráfico). O *fon* é a medida do nível audibilidade correspondente à pressão sonora em decibéis na frequência de referência de 1000 Hz.

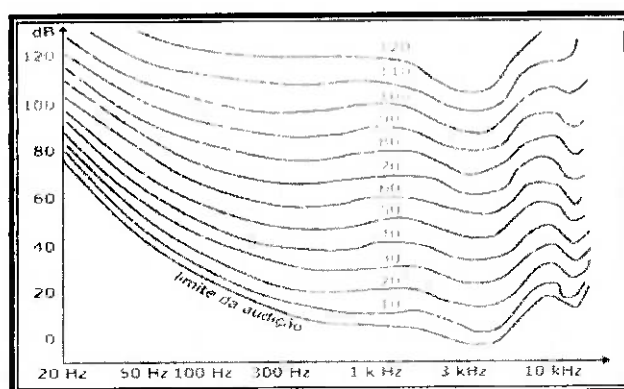


Figura 3. Curva de Audibilidade
Fonte: SOARES, 2008

Segundo SOARES (2008), a indicação da pressão sonora em decibel seria suficiente se a sensibilidade humana fosse independente da frequência, o que na prática não ocorre. Para compensar as variações de sensibilidade com a frequência,

foram criadas curvas padrões (A, B, C e D). Sendo que a curva A aproxima-se das curvas de igual audibilidade para baixos NPS. A curva B, para médios NPS, as curvas C e D para NPS mais altos.

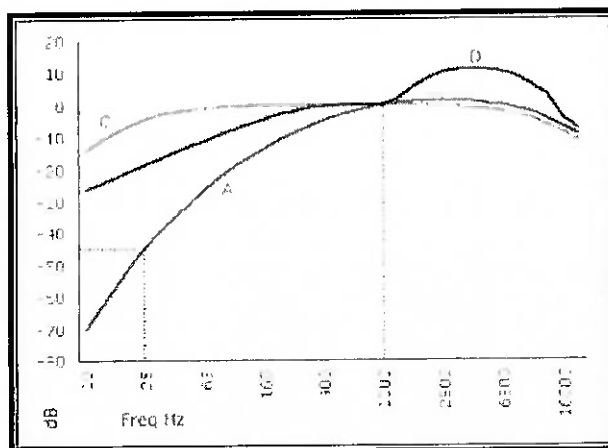


Figura 4. Curvas de Compensação
Fonte: SOARES, 2008

Os valores em decibéis indicam as atenuações em relação à frequência de referência de 1000 Hz. E os dados atenuados são indicados por dB seguido da letra da curva correspondente (dBA, dBB, etc). SOARES (2008) afirma que as fontes sonoras usuais não emitem uma única frequência. Na realidade são espectros em uma determinada faixa. Os instrumentos que medem pressão sonora fazem uma correção ponderada de acordo com as frequências predominantes do espectro para dar um resultado na curva desejada.

1.3 INSTRUMENTAÇÃO PARA MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE RUÍDO

Os medidores de pressão sonora são constituídos das seguintes partes: microfone, amplificador, filtros de compensação das curvas, retificador/amplificador e medidor. Estes podem ser encontrados com circuitos nas curvas de compensação A, B, C e D e resposta lenta (SLOW) e rápida (FAST). Existe outro equipamento utilizado na avaliação e ruído que é o audiodosímetro, que é utilizado quando o trabalhador se expõe a níveis diferentes de ruído durante a jornada laborativa (GERGES, 2005).

De acordo com SALIBA (2004) os instrumentos devem seguir normas ou especificações técnicas que são aceitas internacionalmente como as IEC

(Internacional Electrotechnical Commission) 123 e ANSI S1-4-1971 quais estabelecem as especificações dos medidores de uso geral (tipo 2), enquanto a IEC R.179, ANSI S1-4-1971 e DIN 45.633 fixam especificações para medidores de precisão (tipo 1).

1.4 CONTROLE DE RUÍDO

O controle de ruído pode ser realizado de três maneiras distintas: controle na fonte, controle no meio e controle no homem. Controle na fonte: consiste em eliminar o ruído na fonte geradora de ruído (BISTAFA, 2006).

BISTAFA (2006) enumera inúmeras atitudes que ajudam a eliminar o ruído na fonte como: dentes de engrenagens desgastados e lascados, que comprometem o engrenamento. As marcas brilhantes de desgaste podem ser vistas a olho nu.

Mancais e rolamentos desgastados que provocam vibrações e ruído, chiado nas transmissões por correia devido a folgas, *piston-slap*, vazamentos de ar, entre outros. Lubrificação deficiente, que se manifesta através de ruídos incômodos de alta frequência nos mancais e caixas de engrenagens devido ao atrito seco (BISTAFA, 2006).

Desbalanceamento de elementos rotativos, assim como ocorre nas rodas de automóveis, qualquer desbalanceamento no rotor de um ventilador ou eixo de acionamento se manifestará como vibração excessiva e ruído. Obstruções em tubulações de ar, que ocorrem devido ao acúmulo de detritos em curvas e cotovelos, bem como próximo a partes móveis de máquinas tais como rotores de ventiladores, produzindo apitos incômodos (BISTAFA, 2006).

Silenciadores obstruídos e danificados, tais como aqueles utilizados na admissão e exaustão de ar de processos ou de motores de combustão interna, que podem ficar obstruídos por sujeira, lascas de ferrugem, e com perfurações de ferrugem, perdendo a sua capacidade de atenuar o ruído (BISTAFA, 2006).

Remoção de dispositivo atenuador de ruído, tais como silenciadores, coberturas, guardas, isoladores de vibração, os quais servem exclusivamente para atenuar o ruído e, portanto, não devem ser removidos, exceto durante a manutenção, e em seguida reinstalados (BISTAFA, 2006).

BISTAFA (2006) cita dois tipos de controle:

Controle no meio: é aplicado quando não se consegue totalmente isolar o ruído na fonte deve-se atuar na trajetória. Como o som já foi gerado e a finalidade deste controle é evitar que seja transmitido a outras áreas fazendo de duas formas:

- Absorção do som: a energia sonora é absorvida quando o som encontra uma superfície. Para isso, devem-se levar em conta os coeficientes de absorção de materiais que funcionam como isolantes acústicos de acordo com a frequência do som na avaliação da escolha do material.
- Isolamento: consiste em evitar a transmissão de um ambiente para o outro, devendo, nesse caso, utilizar materiais que possuam alto índice de redução acústica ou perda de transmissão.

Controle no homem: quando não se consegue controlar o ruído na fonte e no meio adota-se medidas de controle no trabalhador, tais como: limitação do tempo de exposição; equipamento de proteção coletiva e individual; exames audiométricos e programa de conservação auditiva.

Para VENDRAME (2007), a implantação de medidas de proteção seguirá a seguinte hierarquia:

- Inicialmente, medidas que eliminam ou reduzem a utilização ou formação dos agentes prejudiciais;
- Medidas que previnam a liberação ou disseminação desses agentes no ambiente;
- E finalmente, medidas que reduzam os níveis ou a concentração desses agentes.

1.5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS NO BRASIL

A C.L.T. (BRASIL, 1943) é bem mais objetiva do que as Normas Brasileiras (NBR-ABNT). Na Portaria N° 3.214, de 08/06/78, na Norma Regulamentadora n° 15, Anexo N° 1 e 2, (BRASIL, 2004) são estabelecidas todas as condições de insalubridade por ruído.

É importante lembrar que a Portaria nº 3.214/78 pertence ao Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (BRASIL, 1943). Portanto, essa Portaria tem força de lei, sendo obrigatório o seu cumprimento em todo o território nacional. O mesmo não acontecia com as NBR's 10151 e 10152 (ABNT, 2000), até a promulgação Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

Com a promulgação da Resolução nº 1 de 8 de março de 1990 do CONAMA (BRASIL, 1990), que estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades; e da Resolução nº 2 de 8 de março de 1990 do CONAMA (BRASIL, 1990), que estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades, as NBR's 10151 e 10152 são citadas como metodologia oficial para avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade para ruídos contínuos ou intermitentes e estabelece os níveis de ruído para conforto acústico.

A NR-15 (BRASIL, 2004) apresenta uma tabela com a máxima exposição diária permissível, como reproduzida na Tabela 1. Deve-se notar que a NR-15 é rigorosa ao atuar sobre níveis de ruído acima de 85 dB(A) e não 90 dB(A) como outras normas, mas se torna menos exigente ao usar como incremento de duplicação de dose de 5 dB(A).

Existe uma tendência em se adotar como início da prevenção o nível de 82 dB(A), e um incremento de duplicação de dose de 3 dB(A). A FUNDACENTRO, órgão de pesquisa do Ministério do Trabalho e Emprego já adota o incremento de duplicação de dose de 3 dB(A) conforme disposto na NHO-01 (FUNDACENTRO, 1999).

De acordo com a NR-15 (BRASIL, 2004), para períodos de exposição a níveis diferentes deve ser efetuada a soma das seguintes frações:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \frac{C_4}{T_4} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Onde: C_n = tempo de exposição a um nível de ruído
 T_n = exposição diária permitida para aquele nível.

Se a soma das frações ultrapassar a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância.

Para ruído de impacto, os níveis superiores a 140 dB (linear) medidos na resposta de impacto, ou superiores a 130 dB(C) medidos na resposta rápida (fast), oferecerão risco grave e iminente.

Tabela 1. Limites de Tolerância para ruído contínuo ou intermitente.

Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 min.
90	4 horas
91	3 horas e 30 min.
92	3 horas
93	2 horas e 30 min.
94	2 horas e 15 min.
95	2 horas
96	1 hora e 45 min.
98	1 hora e 15 min.
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Anexo 01 da NR-15. Portaria 3214/78

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE AMOSTRAGEM

O estudo foi realizado em uma indústria de eletro-eletrônicos, localizada no Distrito Industrial em Manaus-AM. A verificação do nível de ruído foi realizada em um setor da referida indústria onde há a utilização de pistolas de ar comprimido para limpeza de peças (plásticas) antes do processo de pintura. O setor de trabalho se caracteriza por possuir pé direito de aproximadamente três metros, paredes de alvenaria, teto em forro de PVC, e tamanho aproximado de 20x4 metros.

No setor está localizado o início de oito linhas de montagens onde há a preparação das peças antes do processo de pintura e posterior acabamento das peças.

2.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

O colaborador recebe a peça (plástica) por meio de carrinhos com três compartimentos; com um pano umedecido com álcool efetua a limpeza e retira a estática do material; em seguida utiliza uma pistola de ar comprimido com bico de $\frac{1}{4}$ de polegada para efetuar a limpeza e secar a peça. O ciclo total da atividade é de aproximadamente 45 segundos, sendo a duração do jato de ar comprimido de aproximadamente 8 segundos. A atividade é executada em oito horas diárias, com intervalo de 10 minutos pela manhã e tarde, e pausa de 30 minutos para almoço.

2.3 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados utilizando um audiodosímetro marca INSTRUTHERM, modelo DOS-500, ajustado de acordo com os critérios definidos pela NR-15 da

portaria 3214/78, anexo 01. Utilizou-se os seguintes parâmetros para a configuração do audiodosímetro:

- a) Calibração = 114 dB
- b) Critério de Referência (CR) = 85 dB
- c) Incremento de duplicação de dose (q ou IDD) = 5 (NR-15)
- d) Nível limiar de integração (TL) = 85 dB
- e) Limite Superior = 115dB
- f) Ponderação = A
- g) Constante do tempo = Lento (SLOW)

2.4 PROCEDIMENTOS E PONTOS DE AMOSTRAGEM

Foram escolhidos aleatoriamente três postos de trabalho, dentre as oito linhas de montagem (LM), que utilizam ar comprimido, para a realização de 03 (três) dosimetrias de ruído.

- LM-04;
- LM-05;
- LM-07.

Os procedimentos de medição foram realizados de acordo com o recomendado pela Norma de Higiene Ocupacional nº 01 da Fundacentro (FUNDACENTRO, 1999), com um tempo de medição total variando entre uma (01) e três (03) horas, pois evitou-se que paradas no processo produtivo interferissem no resultado das medições, e posterior projeção para jornada de trabalho de 8h diárias.

2.5 BICOS SILENCIADORES

Para o estudo da redução do nível de ruído substituiu-se o bico de ar comprimido convencional (Figura 5) por bicos sopradores silenciadores marca CHP modelo B-01 R(A) (Figura 6).

O modelo B-01R(A) pode ser adaptado a qualquer pistola de ar existente, bastando para isso substituir o bico rosqueado da ponta da mesma. Pode ser ajustado para obter o volume de ar desejado, seguindo a orientação da marcação de regulação existente, e logo travado o parafuso da ponta com a respectiva chave Allen.



Figura 5. Pistola de ar comprimido com o bico convencional

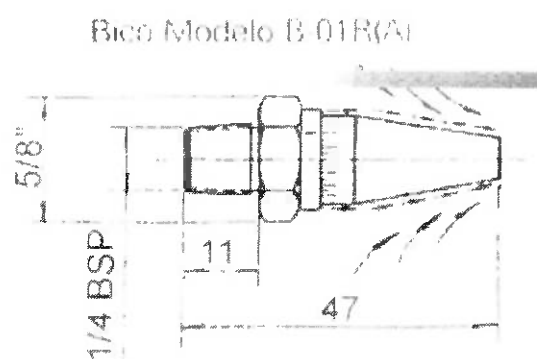


Figura 6. Bico silenciador modelo B-01 R (A)

Os bicos sopradores silenciadores funcionam pelo princípio de amplificação do fluxo de ar. O ar comprimido atinge velocidades sônicas (aprox. 300 m/seg) ao passar através de uma ranhura de aprox. 0,10 mm de largura. A velocidade do ar saindo pela ranhura anular do bico arrasta o ar próximo fazendo com que uma pequena massa de ar a alta velocidade, produza uma grande massa de ar a velocidade menor. Com este princípio consegue-se que grandes volumes de ar sejam movimentados com baixíssimo consumo de ar comprimido, e com substancial redução do nível de ruído. A amplificação destes bicos é de aproximadamente 15 vezes, quer dizer que por 01 parte de ar comprimido obtém-se 15 partes de ar induzido.

2.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO

Utilizou-se os parâmetros Dose_{8h} (%) e L_{avg} (8h) (nível médio de exposição) para se quantificar a redução do nível de ruído de acordo com as fórmulas abaixo:

$$L_{avg(8h)} = \frac{IDD}{\sqrt{2}} \times \text{Log} \left(\frac{480}{T_E} \times \frac{D}{100} \right) + 85$$

$$D_{8h(\%)} = \frac{T_E}{480} \times 100 \times 2^{\left(\frac{L_{avg} - 85}{5} \right)}$$

Onde:

L_{avg}(8h) = Nível de médio de exposição;

D_{8h} (%) = Dose diária de ruído em porcentagem;

D = Valor da dose medido em porcentagem;

IDD = Incremento de duplicação de dose;

T_E = Tempo de duração da medição.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados das medições calculou-se o Nível Médio de Exposição (L_{avg}) e Dose (%). O tempo de medição foi variável entre cada posto, sendo projetado os valores para a jornada de trabalho de oito (08) horas diárias. Durante a medição considerou-se um período onde o colaborador realizou suas atividades de rotina, sem alterações do processo produtivo ou pausas imprevistas. Para a análise dos resultados utilizou-se os limites de tolerância estabelecidos pela NR-15 da Portaria 3214/78 (BRASIL, 2004). Para se avaliar a eficiência dos bicos silenciadores foram realizadas medições antes e depois da instalação dos mesmos.

3.1 NÍVEL DE RUÍDO NAS LINHAS DE MONTAGEM (LM), UTILIZANDO-SE O BICO DE AR COMPRIMIDO CONVENCIONAL

O Nível Médio de Exposição ao ruído – L_{avg} (8h), mensurado nas linhas de montagem, utilizando-se o bico convencional, que acompanha a pistola de ar comprimido está disposto na Tabela 03. O Nível médio de exposição corresponde a um valor médio baseado representativo da exposição ao ruído em um determinado período de tempo, que tem o mesmo potencial de lesão auditiva que o conjunto de todos os níveis considerados dentro do período de medição (MAIA, 2001). Durante as medições o nível de ruído de fundo (nível de ruído sem a utilização da pistola de ar comprimido) do setor foi de 79,0 dB (A). Nota-se que o ruído de fundo do setor está abaixo do limite de tolerância da NR-15 (BRASIL, 2004), que permite uma exposição máxima de 85 dB (A) para uma jornada de trabalho de oito horas diária; e 1,0 dB (A) abaixo do nível de ação, estabelecido pela NR-09 (BRASIL, 2004), o qual recomenda que sejam tomadas medidas preventivas, sempre que o nível de ruído ultrapassar a dose diária de 50% ou 80 dB(A). Se analisarmos o nível de ruído por meio do parâmetro Dose (%), observa-se que os resultados encontrados foram 326,6 (%) - LM04; 294,0 (%) - LM05; e 318 (%) - LM07 (Tabela 2). Uma dose de 100% significa que a exposição máxima diária permitida foi alcançada, sendo

necessário que medidas de proteção coletivas ou individuais sejam tomadas para se eliminar, neutralizar ou minimizar o risco. Com a utilização das pistolas de ar comprimido com bico comum, o valor de exposição está aproximadamente 2,5 vezes acima do limite permitido.

Tabela 2. Valores do nível de ruído mensurados e projetados para uma jornada de trabalho de oito horas diárias, em três linhas de montagens, utilizando-se pistolas de ar comprimido com bico convencional e bicos silenciadores.

Posto/local	Condição	Medido				Projetado (8h)		
		Nível de ruído mínimo dB(A)	Nível de ruído máximo dB(A)	Dose (%)	Tempo (min)	Dose (%)	Lavg	Redução na Dose (%)
Linha de Montagem - 04	Bico convencional	79	98,8	49,67	73	326,6	93,5	-56,24
	Bico silenciador B-01 R(A)	79	94,3	22,33	75	142,9	87,6	
Linha de Montagem - 05	Bico convencional	79	98,4	58,18	95	294,0	92,8	-50
	Bico silenciador B-01 R(A)	79	94,5	50,83	166	147,0	87,8	
Linha de Montagem - 07	Bico convencional	79	98,6	119,3	180	318,1	93,3	-53,1
	Bico silenciador B-01 R(A)	79	94,4	22,33	75	142,9	87,6	

3.2 NÍVEL DE RUÍDO NAS LINHAS DE MONTAGEM (LM), UTILIZANDO-SE O BICO SILENCIADOR DE AR COMPRIMIDO

O Nível Médio de ruído - Lavg (8h) mensurado nas linhas de montagem, utilizando-se a pistola de ar comprimido com bico silenciador, encontra-se disposto na Tabela 03.

Nota-se uma redução significativa no Lavg produzido pela pistola de ar comprimido, após a substituição do bico convencional pelo bico silenciador. Houve uma redução do Lavg (8h) de 5,9 dB(A) na LM04; 5,0 dB(A) na LM05; e 5,8 dB(A) na LM07. Ao

analisar a eficiência do bico silenciador utilizando-se o parâmetro Dose (%), houve uma redução de 56,2 (%) - LM-04; 50,0 (%) - LM-05; e 55,1 (%) - LM-07 no nível de ruído após a substituição do bico comum pelo bico silenciador, conforme demonstrado na Tabela 2.

3.3 EFICIÊNCIA DO BICO SILENCIADOR

De acordo com a NR-15 (BRASIL, 2004), um aumento de 5,0 dB(A) em um ambiente corresponde à duplicação da energia sonora produzida no local. O presente estudo utilizou o incremento de duplicação de dose 5, pois é o atualmente utilizado pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2004). Pelos resultados obtidos, se considerarmos a média da redução nas três linhas analisadas, a utilização do bico silenciador reduziu o L_{avg} (8h) em 5,6 dB(A) e reduziu a dose em 53,1 (%). Estes resultados demonstram o grande potencial dos bicos silenciadores como medida de proteção coletiva com o intuito de minimizar o nível de ruído em postos de trabalho que utilizam pistolas de ar comprimido.

3.4 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO BICO SILENCIADOR

Comumente no controle dos riscos ambientais, se prioriza a adoção de medidas de proteção individual, em desacordo com a NR-06 - Equipamentos de Proteção Individual (BRASIL, 2004), que determina que sejam implementadas primeiramente medidas de proteção coletiva. A utilização do EPI deve ser feita: a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho; b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e c) para atender a situações de emergência.

Os bicos silenciadores reduziram significativamente o ruído produzido por pistola de ar comprimido. No presente estudo, a maior eficiência obtida pelo bico silenciador,

resultou em uma diminuição do L_{avg} (8h) de 93,5 dB(A) para 87,6 dB(A), reduzindo em 56,2 (%) o valor da Dose (8h), (Tabela 03).

Uma redução do nível de ruído para abaixo de 80 dB(A), é muito interessante do ponto de vista da segurança e saúde ocupacional pois elimina a necessidade de uso do EPI, uma vez que o nível de ação não foi atingido. O bico silenciador mostrou-se muito eficiente como medida de proteção coletiva, mas não foi suficiente reduzir o ruído abaixo do estabelecido pela NR-15 - Atividades e operações insalubres (BRASIL, 2004), que permite uma exposição máxima de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de oito horas diárias.

A utilização dos bicos silenciadores juntamente com outras medidas de proteção coletiva como, por exemplo, o revestimento das paredes com material absorvente acústico, poderá melhorar ainda mais a redução do nível de ruído no setor, podendo reduzir o L_{avg} para um valor menor que 85 dB(A), eliminando-se assim o risco de ocorrência da Surdez Ocupacional, considerando o Limite de Tolerância estabelecido pela NR-15 (BRASIL, 2004).

4 CONCLUSÕES

- 1) A utilização do bico silenciador ocasionou uma redução do L_{avg} (8h) de: 5,9 dB(A) na LM04; 5,0 dB(A) na LM05; e 5,8 dB(A) na LM07; e de 56,2 (%) - LM-04; 50,0 (%) - LM-05; e 55,1 (%) - LM-07 no parâmetro Dose (8h);
- 2) A média da redução nas três linhas analisadas, com a utilização do bico silenciador foi de 5,6 dB(A) no L_{avg} (8h) e 53,1 (%) na Dose (8h);
- 3) Os bicos silenciadores reduziram significativamente o ruído produzido por pistola de ar comprimido, demonstrando serem muito eficientes como medida de proteção coletiva;
- 4) Após este estudo, os bicos silenciadores passaram a ser utilizados em todas as pistolas de ar comprimido da empresa;
- 5) A utilização do bico silenciador se mostrou uma medida de proteção coletiva eficiente e economicamente viável devido ao seu baixo custo de implantação (R\$ 21,00 por bico) .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. 2000.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico. 2000.**

BISTAFA, Sylvio Reynaldo. **Acústica aplicada ao controle de ruído.** 1. ed. São Paulo: Edgard Bluncher, 2006. p. 43.

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.** 1943

BRASIL. **Resolução nº 01 de 08 de março de 1990.** Estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades. CONAMA.

BRASIL. **Resolução nº 02 de 08 de março de 1990.** Institui, em caráter nacional, o Programa Silêncio, visando controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população. CONAMA.

BRASIL. **Lei nº 6938 de 31 de agosto de 1991.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 24 de junho de 2008.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 - **NR-06 - Equipamentos de Proteção Individual.** Editora Atlas S.A. 54ª edição. 583p. 2004.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 - **NR-09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Editora Atlas S.A. 54ª edição. 583p. 2004.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214 - **NR-15 - Atividades e Operações Insalubres.** Editora Atlas S.A. 54ª edição. 583p. 2004.

BRASIL. Lei nº 6515. Portaria nº 3214. **Segurança e Medicina do Trabalho.** Editora Atlas S.A. 54ª edição. 583p. 2004.

BRAZ, S. **Estudo do sono e seus distúrbios numa amostra probabilística da cidade de São Paulo**. Tese de Doutorado, Escola Paulista de Medicina. 150p. 1988.

CARNEIRO, W.A.M. **Perturbações sonoras nas edificações urbanas**. Editora Revista dos Tribunais, 2ª Ed. 184p. 2002.

FERNANDES, J.C. **O Ruído Ambiental: Seus Efeitos e seu Controle**. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP. Campus de Bauru-SP. 1994.

FUNDACENTRO. Avaliação da exposição ocupacional ao ruído – Procedimento Técnico (NHO 01). São Paulo: Fundacentro, 1999. 24 p

GERGES, Samir Nagi Yousri. **Ruído: fundamentos e controle**. 5. ed. Florianópolis: S.N.Y.Gerges, 2005. p.01-02.

HOFFMANN, M.H.; SANCHES E.N.; LOPES, J.E.; BENÍTEZ, R. **A percepção dos efeitos do ruído e vibrações sobre o estresse em motoristas de transporte coletivo urbano**. Universidade do Vale do Itajaí -UNIVALI (BRASIL). Mimeografado. s.d.

JESUS, Carlos A. Boeira de; SOARES, Paulo; STEFFEN, Paulo César. **Saúde e higiene do trabalho**. 3. ed. Canoas: ULBRA, 2004. p.12-58.

JURRIENS, A. **Noise and sleep in home: effects on sleep stage**. Amsterdam, 5th European Congress Sleep Research, Karger-Basel. 217-220. 1981.

MAIA. P.A. **Estimativas de exposições não contínuas a ruído**: desenvolvimento de um método e validação na construção civil. Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado. 209p. 2001.

PIMENTEL-SOUZA, F. **Perturbação do sono pelo ruído** (Revisão). In Reimão R. (ed.). O Sono em seus vários aspectos. Jornal Brasileiro de Neurologia e Psiquiatria. 1988.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle de ruído: PPRA**. 3. ed. São Paulo: LTR, 2004. p.11-20.

SOARES, Marcos. **Sons e decibéis**. Disponível em
<<http://www.mspc.eng.br/tecdiv/somdb120.shtml>> Acesso em: 23 nov. 2008.

SOBRAC. **Recomendações da Organização Mundial da Saúde sobre Ruído Industrial**. Revista de Acústica e Vibrações. nº 16, dezembro, p. 52-57. 1995.

Relação de empresas do Distrito Industrial de Manaus-AM com certificação em Saúde e Segurança Ocupacional. Disponível em
<http://www.suframa.gov.br/zfm_ind_perfil.cfm> Acesso em: 23 nov. 2008.

VALLET, M. **La perturbation du sommeil par le bruit**. Médecine sociale et préventive. 27:124-131. 1982.

VENDRAME, Antônio Carlos Fonseca. **Apostila PPRA Tributário**. Manaus: Multimarketing Consultoria, 2007. p. 25.

WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Noise**. Geneve. Ed. 103p. 1990.

GLOSSÁRIO

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

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

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

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

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

Dose Diária (8h): dose referente à jornada diária de trabalho.

Incremento de Duplicação de Dose (IDD): 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.

NBR: Norma Brasileira Regulamentadora.

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

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

Nível Médio de Exposição - Lavg (8h) : nível médio representativo da exposição ocupacional diária.

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

PAIR: Perda auditiva induzida por ruído.

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

SOBRAC: Sociedade Brasileira de Acústica.

WHO: World Health Organization.