

MEDIÇÃO E ANÁLISE DE RUÍDOS EM OFICINA MECÂNICA DE PEQUENO PORTE PARA PROCESSOS DE USINAGEM

DANIEL FERNANDES DA CUNHA (UFU)

danielcunha85@gmail.com

Andre Alves de Resende (UFG)

aaresende@gmail.com



O objetivo deste trabalho é a verificação do ruído presente em uma oficina mecânica de processos de fabricação de pequeno porte. Algumas máquinas comuns neste ambiente de trabalho foram selecionadas, e quando em operação, medido o ruído através de um decibelímetro. Diferentes casos de exposição ao ruído foram analisados e discutidos de acordo com os dados selecionados com o auxílio de normas regulamentadoras. Na oficina onde foram feitos os testes o resultado excede os limites de exposição permitidos para uma jornada de 8 horas diária.

Palavras-chaves: Ruídos, legislação, segurança no trabalho, usinagem

1. INTRODUÇÃO

A existência de ruídos é inerente a maioria das atividades exercidas pelo homem, e que a partir de determinados níveis pode provocar danos no sistema auditivo. Além disso, outras consequências podem advir da presença de ruídos excessivos, como problema cardiovascular, estresse, falta de atenção, cansaço, dentre outros.

Em plantas industriais, ruídos podem ser provenientes das mais variadas fontes, como motores, movimentação e impacto de cargas, deficiência de lubrificação/manutenção. Ruídos estes que são bastantes distintos daqueles em que está submetida uma pessoa que trabalha em escritório (ruídos de equipamentos leves como ventiladores, conversas, elevadores, etc.) ou lugares domésticos (e.g. vozes de vizinhos, televisões, animais de estimação, instrumentos musicais).

Com o avanço da tecnologia e otimização das linhas de produção nas indústrias a questão da poluição ambiental tem recebido atenção e de forma geral levado a grandes avanços, pois as máquinas antigas foram ou estão sendo substituídas pelos modernos centros de usinagem que trabalham a portas fechadas e os funcionários não precisam ficar integralmente ao redor da máquina durante a operação da fabricação da peça. Uma vez que o programa já foi definido e testado, o operador apenas fixa a peça a ser usinada e pode ficar a uma distância maior do processo, dado que as máquinas modernas possuem sistemas de desarme rápido caso algum esforço excessivo seja exercido.

No caso específico de oficinas mecânicas que trabalham com equipamentos de grande porte, como tornos, fresas, furadeiras, necessitam de especial atenção com relação aos possíveis danos que esses equipamentos podem provocar nos trabalhadores. Infelizmente as empresas de pequeno porte que possuem processos de usinagem não dispõem desses modernos centros para fabricação de peças, por isso as máquinas ainda são manuais e necessitam da presença do operador constantemente ao lado da máquina.

Este trabalho tem como objetivo a investigação e quantificação do ruído emitido por algumas máquinas que são comuns no ambiente de trabalho de uma oficina mecânica de processos de usinagem e avaliar se estão dentro dos padrões que recomenda a norma para uma determinada jornada de trabalho dos funcionários.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Diferenças entre som e ruído

O som é produzido por um movimento mecânico e é propagado como um movimento de ondas pelo ar ou em outro material qualquer. Entretanto, o som é definido pela sua energia mecânica e é medido em unidades de energia relacionada. A pressão do som proporcional ao quadrado da intensidade do som (W/m^2) é expressa em unidade Pascal (Pa), portanto o nível de pressão do som é expresso em unidade de decibel (dB) em uma escala logarítmica, devido a sua ampla região de abrangência.

Ruído geralmente é definido como um tipo de som ou conjunto de sons que são indesejáveis. Esta definição significa que não é possível classificar som e ruído unicamente baseado em suas características físicas. O consenso geral é que ruído é um fenômeno acústico audível que afeta, ou pode afetar negativamente as pessoas. Os efeitos do ruído podem ter consequências não apenas psicológicas, mas também fisiológicas (aborrecimentos e abalo do bem-estar).

O ruído pode ser classificado segundo a NR 15 Anexos I e II como:

- Impacto: com duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um segundo;
- Ruído Contínuo ou Intermitente: aquele que não é ruído impacto.

2.2. Efeitos do ruído

Bontinck & Mark (1977) citam que "uma pessoa de 80 anos que viva na África Central tem a mesma capacidade auditiva de um nova-iorquino de 18 anos", pois está mergulhada numa paisagem silenciosa mais natural ao homem, que predominou na Terra há milhões de anos até meados do século XIX, quando houve a erupção da era industrial nas cidades.

Os níveis de ruído diurno, igual ou acima de 65 dB(A), de alguns países da Europa são considerados mais críticas, e em média só afetavam menos de 5% da população, mas em Belo Horizonte, cidade medianamente barulhenta entre as metrópoles da maioria das cidades do 3º Mundo industrializado e urbanizado, atingem mais de 95% da população. Ora, considerando uma isolamento acústica de 10 dB(A), este ruído ressoaria no interior das habitações no limiar do desconforto auditivo, 55 dB(A), (Pimentel-Souza 2000; Álvares & Pimentel-Souza, 1992, Laboratório de Psicofisiologia, 1997).

2.2.1. Desequilíbrio hormonal e estresse

O barulho transitório a partir de 35 dB(A) já provoca reações vegetativas, que à longo prazo e em níveis mais elevados, a partir de 70 dB(A) se convertem permanentemente em hipertensão arterial, secreção elevada de catecolaminas e de hormônios corticosteroides e adrenocorticotróficos, úlcera péptica, estresse, irritação, excitação maníaco-depressiva, arteriosclerose, infarto (Anexo I; Pimentel-Souza; Cantrel, 1974; WHO, 1980; Rai et al, 1981; Vacheron, 1993).

Rai et al (1981) observaram em trabalhadores submetidos a jornadas de trabalho de cerca de 7 horas em ambientes de cerca de 97 dB(A) aumentos de 46% no colesterol livre e 31% no cortisol. Isto significa que pelos níveis de ruídos urbanos do 3º Mundo seus cidadãos estão "ingerindo muita gordura e outros venenos pelo ouvido", sujeitando-se a sérios distúrbios hormonais, que se operam na "surdina", pois seus efeitos se revelam à médio e longo prazo e não são evidentes como um "raio da morte", abatendo de imediato a vítima.

2.2.2. Agressividade

Nas fábricas misturam-se marteladas pneumáticas e mecânicas com rotação de peças; e no lazer de restaurantes e de casas noturnas expande-se o estardalhaço pela noite adentro, agredindo violentamente o ambiente acústico das zonas residenciais. Inviabiliza o silêncio, criando um barulho de fundo sem trégua, agora invadindo o cérebro dia e noite. Tudo isto descontrola o ritmo biológico do homem, tornando-o excitado, agressivo e maníaco, levando-o frequentemente à depressão em caráter epidemiológico crescente, que já atingiu mais de 20% da população dos EUA e cujas consequências ainda hoje mal podemos avaliar (Pimentel-Souza 2000; Bontinck & Mark, 1977; Brandão & Graeff, 1993; Ludermir, 1995; Goleman, 1995).

2.2.3. Danos mentais

As informações externas entram no cérebro, se dirigindo para o polo frontal, da racionalidade, onde é processada. Aí está conectado a uma rede neuronal de retroalimentação, que controla o excesso, atuando como mecanismo de autoproteção e salubridade, eliminando

informações pouco assimiláveis, de pouco conteúdo, caotizadas, visuais, emocionais etc, sobretudo fora do contexto. A sobrecarga deste circuito pode levar a uma espécie de esquizofrenia, reduzindo drasticamente a capacidade interpretativa do cérebro (Brandão e Graeff, 1993; Goleman 1995 *apud* Pimentel-Souza 2000).

2.2.4. PAIR (Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído)

Segundo Souza (1998), a PAIR (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído) é um comprometimento auditivo passível de prevenção, podendo acarretar várias alterações importantes que interferem no cotidiano das pessoas. Uma dessas alterações é a incapacidade, que se refere aos problemas auditivos, experimentados pelo indivíduo com relação à percepção da fala em ambientes ruidosos: televisão, rádio, cinema, teatro, sinais sonoros de alerta, música e sons ambientais. Outra alteração é a desvantagem, relacionada às consequências não auditivas da perda, influenciada por fatores psicossociais e ambientais, como estresse, ansiedade, isolamento e auto-imagem pobre, que vão comprometer as relações do indivíduo na família, no trabalho, prejudicando o desempenho de suas atividades da vida diária.

2.4. Legislação

Desde a terminologia de termos simples de acústica até a análise de dados colhidos para determinação de ambiente salubre ou não ao empregado existem normas vigentes a saber:

- ANSI S1. 1-1960 Terminologia de Acústica;
- ANSI S1. 2-1971 Método para Medição do Som;
- ANSI S1. 4-1971 (R1976) Especificações para Uso Geral;
- ANSI S1. 11-1966 Especificações para Análise de Bandas de Oitava;
- ANSI S1. 13-1971 Métodos para Medição do Nível de Pressão Sonora;
- ASTM C 423-66 Coeficiente de Absorção dos Materiais;
- OSHA Standards - 29 CFR:
 - Part number: 1910;
 - Part Title: Occupational Safety and Health Standards;
 - Subpart: G;
 - Subpart Title: Occupational Health and Environmental Control;
 - Standard number: 1910.95;
 - Title: Occupational Noise Exposure;
 - Appendix A, B, C, D, E, F, G, H, I;
- NIOSH publicação No. 76-120, 1975 - *List of Personal Hearing Protectors and Attenuation Data*;
- Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, art. 3º, § 1º - Definição de EPI;
- Norma Regulamentadora (NR) 15 – Atividades e Operações Insalubres;
- Norma Regulamentadora (NR) 6 – Equipamento de Proteção Individual;
- ABNT NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento;
- ABNT NBR 10152 – Níveis de Ruído para conforto acústico;

A norma brasileira (NR) 15 expõe deveres e responsabilidades de empregados e empregadores com relação aos cuidados necessários para garantir um ambiente de trabalho seguro, dependendo também dos casos analisados, como por exemplo:

1º - No local de trabalho não existe qualquer tipo de EPC ou EPI para os funcionários, nem planos para eliminar ou minimizar o agente causador de risco na fonte.

2º - O empregado não utiliza o EPI fornecido pela empresa.

3º - Empregador fornece EPI, existe a fiscalização, e o empregado utiliza-o de maneira correta.

4º - Empregador fornece EPI, existe a fiscalização, e o empregado utiliza-o de maneira correta e ainda assim existe emissão de CAT.

O terceiro e quarto casos de exposição de trabalhadores a ruído será discutido detalhadamente na seção de resultados com dados de medição coletados em um ambiente de trabalho.

3. METODOLOGIA

Para o estudo realizado foi proposto a medição de ruídos no funcionamento de uma oficina onde se realizam processos de fabricação como o torneamento. Os equipamentos utilizados foram dois tornos Romi, modelos PRN – 320 (equipamento 1) e MAXI-II-520 (equipamento 2), uma serra horizontal (FRANHO FM20, equipamento 3), uma serra vertical (RONEMAK AC250, equipamento 4), uma lixadeira (equipamento 5), esmeril marca BAMBOZZI (equipamento 6) e saída da linha de ar comprimido (equipamento 7). Estes equipamentos são comumente encontrados em oficinas de pequeno porte para manutenção corretiva e pequenos projetos. Considera-se para o caso avaliado uma quantidade de 5 funcionários trabalhando em um mesmo ambiente, os quais tem conhecimento para manusear todas as máquinas contidas no ambiente de trabalho. Um layout da organização dos equipamentos é mostrado na Figura 1.

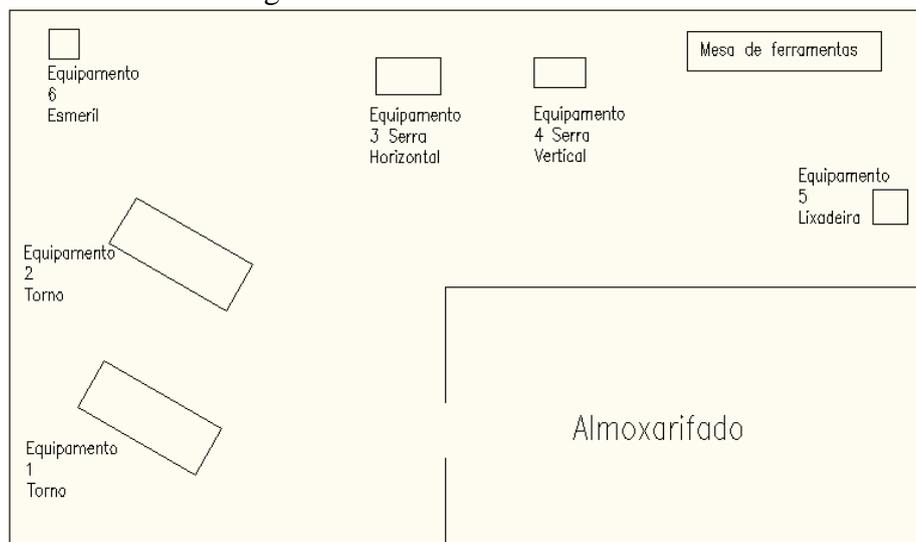


Figura 1 - Layout da oficina mecânica

As medições foram realizadas com os equipamentos ligados individualmente e em funcionamento, simulando a operação característica de cada um. O aparelho utilizado para tais medições foi um decibelímetro Larson Davis Sound Track LxT1 com uma espuma de proteção contra ventos (Figura 2) do Laboratório de Acústica e Vibrações (LAV) da Universidade Federal de Uberlândia, com resolução de 0,1 dB.



Figura 2 – Decibelímetro Larson Davis Sound Track LxT1

O aparelho, devidamente calibrado, foi posicionado na altura do ouvido do operador e as leituras foram feitas de acordo com o parâmetro de nível de pressão sonora equivalente L_{Aeq} (obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora, com a ponderação A e circuito de resposta lenta *slow*, referente a todo o intervalo de medição), segundo recomendação IEC 60804 item 4.1 da NBR 10151 de Junho 2000.

Cada dado colhido foi analisado e, de acordo com as Normas Regulamentadoras, diversos casos de funcionários expostos ao agente de risco em questão foram apresentados e discutidos. Os valores das medições apresentadas no trabalho foram arredondados para o primeiro valor inteiro acima do verificado para análise a favor da segurança e para melhor visualização gráfica e simplificação dos cálculos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos em função do nível sonoro equivalente (L_{Aeq}) através das medições feitas e os valores que excederam o limite proposto pela norma NR 15. Os resultados estão ilustrados na Figura 3. Todos os ruídos analisados são classificados como contínuos.

Tabela 1 - Resultados do L_{Aeq} obtido nas medições

Medições	Equipamento	Tipo de Ruído	Nível de ruído L_{Aeq} (dB)	Tempo médio estimado de exposição	Medidas de controle
1	Torno PRN-320	Contínuo	85	6 horas	Utilização de isolante acústico no ambiente das máquinas e colocação de equipamentos em uma área mais afastada de onde ficam os funcionários
2	Torno MAXI-II-520	Contínuo	78	6 horas	
3	Serra Horizontal	Contínuo	85	1 hora	
4	Serra Vertical	Contínuo	84	1 hora	
5	Lixadeira	Contínuo	98	2 horas	
6	Esmeril	Contínuo	92	2 horas	
7	Ar comprimido	Contínuo	98	1,5 horas	

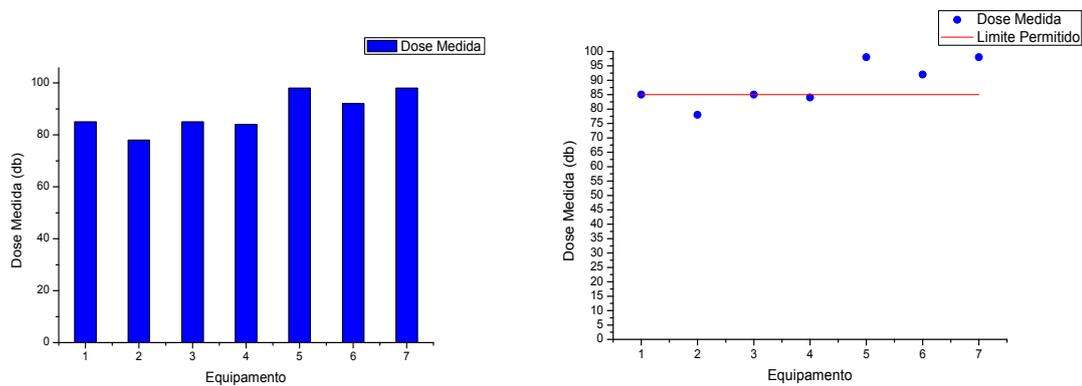


Figura 3 - Nível de pressão sonora medido

4.2. Discussão

Apenas para dois equipamentos (torno MAXI-II-520 e serra vertical) obtiveram-se valores menores do que a NR 15 Anexo 1 estabelece como limite de exposição para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias. A serra horizontal e o torno PRN – 320 estão no limite permitido pela legislação brasileira. Porém, quando o torno estava em funcionamento, mas sem nenhuma operação sendo realizada, o ruído aparentava ser mais incomodo de que quando em operação, pois quando a ferramenta encostava na peça a ser usinada aparentemente o ruído diminuía pois a rotação parecia diminuir, ou seja, o torno parava de operar com a potência real da rotação estabelecida. Para todas as outras operações que foram realizadas medições o nível de ruído foram superior à recomendada pela norma como limites para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias.

Os limites de tolerância citados na norma são referidos como valores de exposição máximos ou mínimos em que o trabalhador não sofrerá danos à saúde durante o tempo que trabalhar na atividade em questão, não significa que o agente causador do risco não incomode o trabalhador.

4.2.1. Terceiro caso de exposição

Para o caso analisado, existe uma necessidade de protetor para o ruído existente no ambiente de trabalho, dimensionando o EPI para a situação mais crítica que é na utilização do equipamento 5, o protetor deverá ser capaz de eliminar a diferença de 22db ($100-85+7$ dB, cálculo feito a favor da segurança e conforto dos funcionários conforme Figura 4).

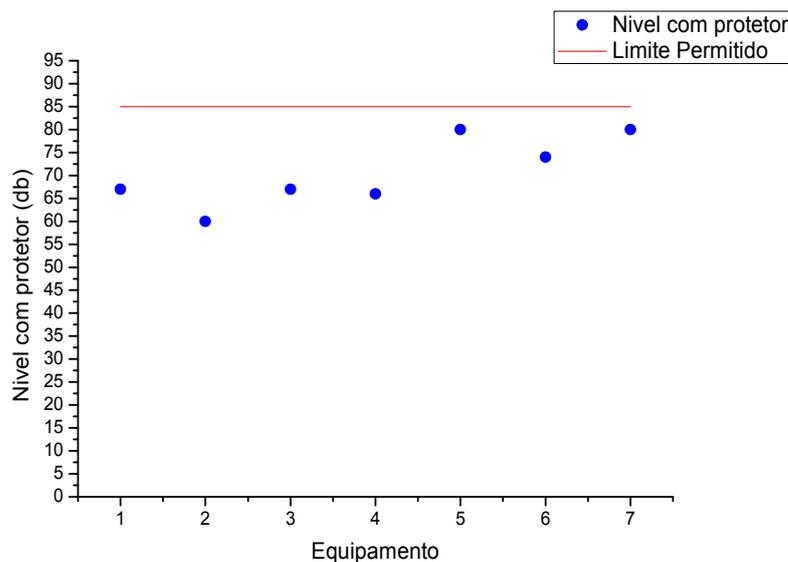


Figura 4 - Nível de pressão sonora com utilização de EPI adequada

O nível de redução de ruído (NRR) é baseado nas recomendações de NIOSH (1975), e calculado para dados de ensaio da norma ANSI S 3.19/1974 e S 12.6/1984 (Gerges). Segundo a norma OSHAS 1910.95 App B (Apêndice B), para adequação da atenuação do protetor auricular, é necessário, se a escala de medição for tipo A, subtrair 7 unidades no NRR para verificar a eficiência do protetor a que foi dimensionado, ou seja,

$$NPSdB_{Ac} = NPSdB_{As} - (NRR - 7) \quad (1)$$

Para a escala de medição C não existe subtração para o cálculo da eficiência do protetor, ou seja,

$$NPSdB_{Ac} = NPSdB_{Cs} - NRR \quad (2)$$

Onde:

- NPSdB_{Ac} é o Nível de Pressão Sonora em dBA;
- NPSdB_{As} é o Nível de Pressão Sonora em dBA ao qual o equipamento de proteção está submetido (escala A).
- NPSdB_{Cs} é o Nível de Pressão Sonora em dBA ao qual o equipamento de proteção está submetido (escala C).

O NRR descrito no apêndice B da norma OSHAS citada acima é uma simplificação do método nº 2 dos três métodos existentes da NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), que estão descritos na lista de protetores auriculares individuais e dados de aquisição (“*List of Personal Hearing Protectors and Attenuation Data*”), publicação No. 76-120, 1975, páginas 21-37.

Em 1998, NIOSH recomenda que os valores de NRR fornecidos pelos fabricantes, medidos no laboratório segundo a norma ANSI S13.19/1974 (colocação por supervisor de ensaio) devem ser reduzidos conforme os seguintes fatores:

- Protetor tipo concha: Multiplicar o NRR por 0,75 (75%);
- Protetor tipo plug com materiais expandidos: Multiplicar o NRR por fator de 0,5 (50%);

- Outros protetores tipo plug: Multiplicar o NRR por 0,3 (30%);

O NRR é calculado usando um nível de ruído padrão, chamado ruído rosa com 100 dB em cada banda e subtraindo dois desvios padrão de atenuação médias medidas para cada banda de frequência e ainda subtraindo 3dB no valor final como fator de segurança (Gerges).

A limitação desse cálculo é que a norma utiliza pessoas com conhecimento do funcionamento e correta colocação dos protetores para a medição da eficiência dos mesmos. Para corrigir esse efeito, utiliza-se atualmente a NRRsf (*Noise Reduction Rating – Subject Fit*), cuja metodologia baseia-se na norma ANSI S12.6 - 1997 (B), que convencionou-se usar pessoas não experientes, sem treino e sem ajuda pelo executor, apenas lendo as instruções da embalagem, para colocação do protetor auditivo para ensaio. O “*Single Number Rating SNR*” e “*High, Medium, Low Frequency (HML)*” são mais usados na Europa e são baseados na norma ISSO 4869-2.

O NRRsf é calculado baseado no SNR para 84% dos casos, equivalente a um desvio padrão equivalente e considerando um ambiente com ruído rosa de nível total de 100 dBC (ISSO 4869-2). Então,

$$NRRsf = SNR - 5 \quad (3)$$

Neste caso as atenuações e desvio padrão medido são baseados na norma ANSI S13.6-1977-B (colocação pelo ouvinte sem experiência). Logo,

$$NPSdB_{Ac} = NPSdB_{As} - NRRsf \quad (4)$$

ou

$$NPSdB_{Ac} = NPSdB_{Cs} - (NRRsf + 5) \quad (5)$$

Existem profissionais de medicina e segurança do trabalho que para facilitar o cálculo da eficiência do protetor auditivo, simplesmente dividem por dois o NRR para transformá-lo em NRRsf para compensar a inexperiência do operador em manuseá-lo de maneira correta, ou seja,

$$NPSdB_{Ac} = NPSdB_{As} - \frac{(NRR - 7)}{2} \quad (6)$$

O cálculo dos índices NRR, NRRsf, SNR e HML são baseados em um espectro de ruído rosa como ambiente padrão, que não é o caso para todos os usuários. Portanto eles não podem ser usados para cálculos com precisão do nível de pressão sonora ouvido com protetor. Portanto, recomenda-se utilizar um método longo por bandas de frequência para realizar a avaliação da eficiência dos protetores auditivos.

4.2.1.1. Cálculo da dose diária de exposição ao ruído

A tabela 2 mostra o tempo de exposição dos funcionários e o tempo limite pela norma brasileira para o cálculo da dose diária de exposição ao ruído.

$$Dose_diária = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \dots + \frac{C_n}{T_n} \quad (7)$$

Onde C_n é o tempo total diário em que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e T_n é o tempo máximo diário permissível a este nível, segundo a NR 15 Anexo 1.

Quando o somatório excede o valor 1, indica que o funcionário está exposto diariamente a um ambiente insalubre. Os valores de 78 e 81 dB não possuem tempo limite de exposição, pois não são considerados valores que prejudicam o trabalhador.

Tabela 2 - Tempo limite de exposição diária de funcionários ao ruído

Medição	Ruído (dB)	Tempo exposição	Tempo limite permitido pela norma (h)	Relação C_n/T_n
1	85	6	8	0,75
2	78	6	-	
3	85	1	8	0,125
4	81	1	-	
5	98	2	1,25	1,6
6	92	2	3	0,6
7	98	1,5	1,25	1,2

Admitindo-se que todos os funcionários estão presentes no mesmo ambiente das máquinas por 8 horas diárias, e que todos os equipamentos são usados diariamente, os funcionários estão inseridos em um ambiente insalubre, pois não existe uma combinação de 5 equipamentos que a soma da relação C_n/T_n seja menor do que 1.

Segundo a NR 15, o índice de duplicidade adotado é $q=5$, ou seja, a cada 5 dB inseridos no ambiente de trabalho, o tempo de exposição necessita ser reduzido pela metade, por exemplo, caso um funcionário esteja submetido a um nível de ruído de 85 dB por 8 horas, se o nível de ruído aumentar para 90 dB, seu tempo de exposição máximo permitido será de 4 horas, ou podemos considerar equivalente a um nível de exposição de 85 dB pelo período de 16 horas, um aumento de exposição de 100%. Para uma elevação de ruído de 85 para 95 dB por 8 horas, seria o mesmo que deixar um funcionário exposto a um ruído de 85 dB por 24 horas, um aumento de 200% do tempo de exposição, sendo que para esse nível de ruído (95 dB), a exposição máxima deveria ser de 2 horas.

4.2.4. Quarto caso de exposição

“Empregador fornece EPI, existe a fiscalização, e o empregado utiliza-o de maneira correta e ainda assim existe emissão de CAT”.

Neste caso o empregador deve verificar a eficiência e eficácia EPI, confirmar se o CA está de acordo com o anexo II da NR 6.

No ato da contratação do funcionário o mesmo deve passar por uma bateria de exames admissionais para verificar se existe alguma condição que pré-dispõe o funcionário a uma perda de audição. A CAT pode ser emitida pelo motivo de doença ocupacional sendo que o agente causador da doença não existia no meio de trabalho do funcionário. Infelizmente, mesmo com exames periódicos e completos (como é o caso da audiometria) não existe um meio eficaz de controlar a perda progressiva de audição e afirmar com certeza que a causa dessa redução auditiva seja promovida pelo ambiente de trabalho ou por outra condição qualquer do trabalhador.

4.3. Medidas de melhoria

Com relação ao *layout* de uma oficina contendo esses equipamentos, sugere-se colocar as máquinas causadoras de maior ruído em um local mais afastado um pouco das máquinas onde os trabalhadores permanecem a maior parte do tempo e instalação de obstáculos acústicos que possam minimizar os efeitos do ruído, ou até mesmo isolantes acústicos em paredes para tentar eliminar a maior fonte causadora de ruído (Figura 5).

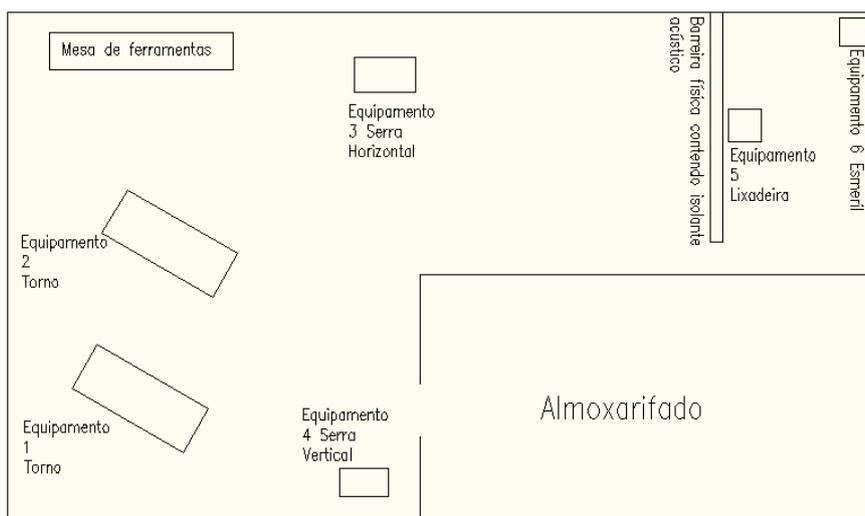


Figura 5 - Layout de melhorias sugerido

5. CONCLUSÃO

Caso os funcionários da oficina sejam treinados todos com competência em todas as máquinas disponíveis para trabalho, pode-se realizar um revezamento das funções, deixando cada funcionário exposto por menos tempo ao mesmo nível de ruído.

Cabe ao empregador designar funcionários de fiscalização para visitas periódicas, porém sem aviso prévio nas instalações da oficina, para averiguar o uso do EPI fornecido para seus devidos fins.

O empregador, caso faça todo possível como medida emergente (EPI), tenha o plano de EPC e melhoria no projeto da fonte emissora do agente causador de risco, ele se ausenta do pagamento do adicional trabalhista.

O tempo de exposição em cada máquina é menor do que 8 horas diárias, porém, no caso analisado, admitindo-se que todos os 5 funcionários trabalham as oito horas, existe uma combinação dos efeitos e o cálculo da dose de exposição diária necessita ser avaliado. Neste caso, existe o enquadramento dos funcionários no pedido de adicional de insalubridade, uma vez que foi confirmado níveis de ruído excessivo e não existem exames periódicos de audiometria para acompanhar a saúde do operador segundo a sua função.

Pelo decreto nº 6.945, de 21 de Agosto de 2009, Artigo 1º, § 6º, Item I, apesar de ser um anexo para o setor de Telecomunicações, a lei vale para outras situações também, se por meio do PPRA comparado com o do ano anterior for provado uma redução na ocorrência de benefícios de incapacidade decorrentes de acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais, em pelo menos 5%, em relação ao ano anterior, a empresa participa do cálculo do FAP, que estimula o investimento em prevenção de acidentes.

6. REFERÊNCIAS

<http://www.afh.bio.br/sentidos/Sentidos4.asp>, Ana Luisa Miranda Vilela acessado em 24/09/2011;

<http://www.medicinageriatrica.com.br/2007/06/17/anatomia-do-ouvido-humano/> Ruy Barbosa Oliveira Neto e Sandra Chiavegato Perossi, acessado em 31/09/2011.

ABNT NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento;

ABNT NBR 10152 – Níveis de Ruído para conforto acústico;

ÁLVARES PAS e PIMENTEL-SOUZA F, 1992. **A Poluição Sonora em Belo Horizonte**. *Revista de Acústica e Vibrações*, 10: 22-42;

BONTINCK I & MARK D, 1977. **Rock Pop e decibéis**. *O Correio (UNESCO)*, 4(1):9-13.

BRANDÃO ML & GRAEFF FG, 1993. *Esquizofrenia*. In Graeff e Brandão (ed), *Neurobiologia das doenças mentais*. São Paulo: Lemos, 51-78.

CANTRELL RW, 1974. **Prolonged exposure to intermittent noise: audiometric, biochemical, motor, psychological and sleep effects**. *The Laryngoscope*, supl. 1, 84(10/2):1-55.

CHEREMISINOFF, N. P, **Noise Control in Industry**, A Practical Guide, Noyes Publications, 1996.

DAVIS, J.R, KING R.P. Community noise: Health effects and management, **International Journal of Hygiene and Environmental Health** 206, 2003, 123-131 p.

GERGES, S. N. Y; **Ruído: Fundamentos e Controle**, 600 páginas, 1992. Ed. NR Consultoria e Treinamento.

GOLEMAN D, 1995. *A inteligência emocional*. Rio de Janeiro, Objetiva;

LUDERMIR AB, 1995. **Urbanização e saúde mental: perspectivas para pesquisa**. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 44(12):665-668.

MUZET, A. Environmental noise, sleep and health, ELSEVIER, *Sleep Medicine Reviews* (2007) 11, 135-142 p.

Norma Regulamentadora (NR) 15 – Atividades e Operações Insalubres;

Norma Regulamentadora (NR) 6 – Equipamento de Proteção Individual;

PIMENTEL-SOUZA, F. **EFEITO DO RUÍDO NO HOMEM DORMINDO E ACORDADO** Laboratório de Psicofisiologia (www.icb.ufmg.br/lpf), ICB-UFMG, submetido 2000.

RAI R. M; SINGH A. P; UPADHYAY T. N; PANTIL S. K. B; NAYSAR H. S, 1981.
Biochemical effects of chronic exposure to noise in man. *International Archives
Occupational Environment and Health*, 48:331-337;

SELYE, H, 1954. *Stress, a tensão da vida*. São Paulo: Ibrasa.

SOUTH, T, **Managing Noise and Vibration at Work**, A Practical Guide to Assessment,
Measurement and Control, Elsevier, 2004.

SOUZA, Hilda Maria Montes Ribeiro de. **Análise experimental dos níveis de ruído
produzido por peça de mão de alta rotação em consultórios odontológicos: possibilidade
de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista.** [Doutorado] Fundação
Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1998. 107 p.

TRENT, E. M.; WRIGHT, P. K. **Metal Cutting**. 4th Edition, Butterworth-Heinemann.
ISBN 0-7506-7069-X. 446, 2000.

VACHERON A, 1993. **Les effets cardio-vasculaires** du bruit. *Echo-Bruit*, 59:23-24.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1980. *Noise*. WHO, Genève;

ANEXO I

	Ruído dB (A)	Saudável				Tolerável	Insalubre			
		20	30	40	50	55 a 65	70	75 a 84	85	120
Ambiente Acústico	Local	Ambiente Natural, sussurrar da brisa canto suave de pássaros (Bontinck Mark, 1977)	Ambiente de aldeias (Nava, 1958)	Indicado para sala de aula, salas de hospitais (Berglund Lindvall, 1995)	Ruas tranquilas sem tráfego (Nava, 1958), Limite para música de fundo	Limite indicado para pátios escolares (Berglund Lindvall, 1995)	Ruas de tráfego bem intenso até cerca de 1000 veículos hora (vph) (Álvares Pimentel-Souza, 1992; Gazolla DA et al, 1998 a e b)	Média impulsos em: corredores de trânsito intenso acima de 5000 vph, ambientes industriais, arredores de aeroportos, salões com música (Moch, 1985; Álvares Pimentel-Souza, 1992; Garzolla DA et al, 1998 a e b)	Limite do Ministério do Trabalho para jornada de 8 horas de trabalho diárias	Interior de caldeiraria e martelo pneumático (MRC, 1985)
Reações Fisiológicas		Indicado para meditação, intimidade, concentração mental e a vida saudável com tranquilidade	Limite de sono de qualidade (Terzano et al, 1990, Berglund Lindvall, 1995)	Início incômodo no sono (Berglund Lindvall, 1995)	Limite do conforto auditivo	Início do estresse leve, (WHO, 1980; MRC, 1985; Thierry Meyer-Bisch, 1988; Lambert, 1992) nível da fala da pessoa civilizada (Moch, 1985)	Início do estresse degenerativo, infarto e anestesia por endomorfina (Selye, 1954; Moch, 1985; Babisch et al, 1993)	Limite inferior para Início de danos auditivos (MRC, 1985; Thierry Meyer-Biach, 1988)		Surdez neural, dor limiar no ouvido, lesão das células ciliadas (MRC, 1985)

Fonte: Adaptado de Souza-Pimentel (2000)