

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DE UMA OFICINA MECÂNICA SITUADA NA AV. COLOMBO, MARINGÁ-PR: ESTUDO DE CASO

ACOUSTIC CONDITIONS VALUATION OF A MECHANICAL WORKSHOP SITUATED AT COLOMBO AVENUE, MARINGÁ-PR: CASE STUDY

PRISCILA DA SILVA ARRUDA^{1*}, LOURIVAL DOMINGOS ZAMUNER²

1. Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Civil da UNINGÁ - Centro Universitário Ingá; 2. Engenheiro civil, Mestre pela Universidade Estadual de Maringá, docente do curso de graduação em Engenharia Civil da UNINGÁ - Centro Universitário Ingá.

* Rua José Clemente, 782, apto 301, Zona 07, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87020-070. priscila.arruda@gmail.com

Recebido em 20/07/2016. Aceito para publicação em 11/09/2016

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar as condições de pressão sonora (ruído) a que estão submetidos os trabalhadores e clientes de uma oficina mecânica, situada na Av. Colombo, expostos a ruídos dos veículos que transitam por esta avenida bem como os ruídos produzidos no desempenho das tarefas dos trabalhadores e avaliar se os valores encontrados por meio das medições com equipamento Decibilímetro estão dentro dos estabelecidos pela ABNT NBR 10.151/2000, e ao final propor melhorias para tornar o ambiente de trabalho mais salubre.

PALAVRAS-CHAVE: Ruído, oficina mecânica, condições insalubres, medidas mitigadoras.

ABSTRACT

This research's objective is to evaluate resonant pressure (noise) that workers and clients are submitted in a garage, situated at Colombo Avenue, exposed to vehicle's noises that moves through this avenue, such as noises that are produced at worker's tasks and evaluate if the numbers that were found by the measurement equipment Decibelimeter are inside the numbers established by NBR ABNT 10.151/2000, and at the end offer improvement to turn working environment more salubrious.

KEYWORDS: Noise, mechanical workshop, salubrious conditions, mitigating measures.

1. INTRODUÇÃO

O estudo das perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIRs) não é recente. Já no início do século XVIII, na obra "As doenças dos trabalhadores"¹, analisa as enfermidades de 54 tipos de profissionais da época, para as quais sugere como medida preventiva, o menor tempo

possível de exposição aos agentes agressivos. Uma dessas doenças era a surdez ocupacional desenvolvida na atividade dos bronzistas, que trabalhavam constantemente, usando martelos de ferro e moldando o bronze para dar-lhe a ductilidade desejada.

Entretanto, a exposição ao ruído excessivo é apenas uma das causas conhecidas de perdas auditivas, mas também é notório que as exposições prolongadas a vibrações de corpo inteiro influenciam na capacidade auditiva. Nestas oficinas, mesmo em países em desenvolvimento, o uso de máquinas cada vez mais velozes operadas em ritmo acentuado de trabalho tem tornado as tarefas mais ruidosas e, em consequência, gerado perdas auditivas e outros efeitos em um número cada vez maior de trabalhadores. Esses danos não são hoje adequadamente avaliados pelas empresas e instituições governamentais, havendo fatores econômicos, sociais e técnicos que dificultam tal avaliação.

Desta forma, acredita-se que a acústica, do ponto de vista físico, seja a parte mais complexa de um ambiente construído. Em local fechado o som repercute pelo volume todo, tornando-se perceptível mesmo depois de reproduzido de parede em parede².

Assim, devido à expansão das cidades, a poluição sonora passou a ser considerada uma das grandes perturbações dos centros urbanos, sendo suas fontes as mais diversas e sempre ligadas a sua localização, intensidade e periodicidade. Entende-se como poluição sonora todo som que exceda o nível sonoro reinante, ou seja, que esteja acima do ruído de fundo. Nas grandes cidades o ruído que se faz mais presente é o vindo do tráfego de veículos e dificilmente se tem controle sobre isso, pois são móveis e intermitentes³.

No entanto, até a década passada, a única exigência feita ao construir uma edificação era que ela propiciasse ao homem condições adequadas para que o desenvolvimento de suas atividades fosse produtivo ou de lazer.

Atualmente estamos mergulhados em ambientes ruidosos vindos de um grande número de fontes, interiores e exteriores aos edifícios, tornando-se necessário a exigência de qualidade acústica nos edifícios e, juntamente com aplicação de materiais mais eficazes para o tratamento acústico⁴.

As questões relacionadas à habitabilidade dos espaços, especificamente, aqueles referentes às condições de conforto acústico, são fundamentais para uma atividade que pretende colocar a satisfação do homem como seu principal objetivo.

Desta forma, considera-se de grande importância o conforto acústico, tanto em casa quanto no local de trabalho já que o desconforto acústico, além de afetar na nossa saúde, interfere na capacidade de concentração, diminuindo assim a nossa produtividade e laboral. Assim, percebe-se que com a expansão dos centros urbanos, houve uma maior preocupação relacionada ao conforto acústico, que segundo a Organização Mundial da Saúde⁵ a poluição sonora é um dos principais problemas ambientais que atingem os moradores das grandes cidades.

O conceito de conforto, aplicado neste contexto, pode ser entendido como a avaliação das exigências humanas, pois está pautado no princípio de que quanto maior for o esforço de adaptação do indivíduo, maior será a sua sensação de desconforto⁶.

Várias são as soluções dos problemas de origem ambiental, tais como: ruído, calor, iluminação, etc., quando estão associados a um estabelecimento comercial, no nosso caso, uma oficina mecânica, evidenciando-se neste caso o ruído. Reduzir, na fonte, a emissão deste fator, no entanto, é de extrema importância para obter índices razoáveis de decréscimo dos níveis dessa condição ambiental quando em uso em oficina mecânica e na permanência dos usuários.

Devido à exposição excessiva aos ruídos, e pelo nosso cotidiano, podemos observar que a poluição sonora é uma das formas de maior potencial que causa danos à saúde⁷, podendo provocar, além da perda de audição total ou parcial, problemas gastrointestinais e cardiovasculares decorrentes das sucessivas contrações musculares, problemas respiratórios e de secreções hormonais e distúrbios no sistema nervoso, sendo este o que mais sofre com as agressões sonoras, podendo ocorrer o aumento da pressão arterial. Para Souza (2012)⁸ além de afetar o psicológico, estar exposto aos ruídos pode levar a perda de reflexos e de concentração, não importando a procedência, o ruído incomoda e causa malefícios à saúde⁹.

É importante destacar que, no ambiente de trabalho, o propulsor mais prejudicial à saúde é o ruído. Como consequência da expansão econômica das indústrias e o elevado número de máquinas, que acarretaram uma melhor execução operacional, a perda de audição e os problemas não auditivos gerados pelos ruídos passaram a

ser alguns dos maiores problemas na saúde ocupacional. Sendo assim, as empresas de reparação de veículos automotores, sobretudo as oficinas mecânicas, sobressai-se de forma negativa por gerar um elevado índice de ruído quando no desenvolvimento de suas atividades, tornando-se prejudicial à saúde dos trabalhadores desses estabelecimentos comerciais¹⁰.

Com o excesso de ruídos que estamos expostos, os governos de muitos países estabeleceram normas na intenção de fiscalizar os níveis de ruídos, com a finalidade de preservar a saúde pública, tendo adotado um limite de pressão acústica, sendo classificado como conforto¹¹.

Atualmente, a relação entre as exposições contínuas ao ruído e as perdas auditivas está estabelecida, porém pouco se sabe sobre exposições não contínuas. Ao contrário das primeiras, a exposição não contínuas não apresentam um mesmo nível médio diário ou semanal representativo da vida laboral dos trabalhadores¹, relatou que os estudos das perdas auditivas, até então, basearam-se em muitos anos de exposição de oito horas diárias ao ruído constante, por isso seus resultados têm pouco uso para avaliação dos riscos associados com exposições não contínuas. Neste trabalho assumiu-se que esse fator seriam as perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIRs), e que se presume que determinada exposição não contínua tenha a mesma efetividade para causar danos auditivos que certa exposição contínua.

Exemplos desta exposição não contínua são encontrados comumente em estabelecimentos comerciais que utiliza para desenvolvimento de suas atividades, equipamentos como compressor de ar, martelos, furadeiras, lixadeiras, etc, como é o caso de oficinas mecânicas que combinados com os ruídos externos provocados pelos veículos que trafegam próximo ao ambiente de trabalho, razão pela qual utilizamos os dados de exposição de mecânicos e ajudantes na aplicação deste trabalho.

Este trabalho trata de realizar a avaliação da condição acústica (ruído) a que estão submetidos trabalhadores e clientes de um empreendimento comercial (oficina mecânica) situada numa avenida que produz muito ruído, e somados aqueles que normalmente essa oficina produz, causando sérios problemas a saúde laboral destas pessoas, e verificar se esse fator está acima do limite de tolerância fixado pelas normas brasileiras, principalmente pela norma ABNT NBR 10.151/2000¹² e da NR-15 – Anexo I – Atividades e Operações Insalubres, que trata dos limites de tolerância de ruídos em razão da natureza e da intensidade do tempo, do agente e do tempo de exposição e os seus efeitos que os usuários e funcionários podem ficar submetidos.

Referencial Teórico

A seguir, serão apresentados conceitos e definições dos métodos utilizados neste trabalho.

Som

Origina-se de vibrações mecânicas que se propagam no ar e alcançam os ouvidos, se essas vibrações estimulam o aparelho auditivo chama-se de vibrações sonora. Portanto, o significado de som é qualquer vibração ou ondas mecânicas que possam ser detectadas pelo ouvido humano¹³.

Ondas sonoras, ou som, são definidas como ondas mecânicas longitudinais que podem propagar-se em meio sólido, líquido e gasoso. São mecânicas porque necessitam de um meio de propagação, e longitudinais porque as partículas materiais responsáveis por sua transmissão oscilam paralelamente à direção de propagação.

Ainda, de acordo com Hendricks (1998)¹⁴, “o som é um fenômeno vibratório resultante de variações da pressão do ar. Essas variações de pressão se dão em torno da pressão atmosférica e se propagam longitudinalmente, à velocidade de 344 m/s para a temperatura de 20 °C”.

Tanto para a Medicina e Higiene do Trabalho e para o nosso cotidiano, costumamos dizer que barulho é todo aquele som indesejável que chega até os nossos ouvidos e provoca distúrbios de raiva, ansiedade e irritação.

Qualquer fenômeno capaz de causar ondas de pressão no ar é considerado uma fonte sonora. Pode ser um corpo sólido em vibração, uma explosão, um vazamento de gás a alta temperatura, entre outros, e para que uma vibração possa ser considerada sonora é preciso atender as condições:

- A frequência deve possuir valores específicos entre 16 e 20.000 Hz;
- O limiar de audibilidade (em pessoas jovens) deve situar-se entre 2×10^{-5} N/m² a 200 N/m² e convencionando-se os níveis de pressão sonora entre 0 a 140 dB (decibels).

O mesmo autor define, basicamente que, todo som se caracteriza por três variáveis físicas: frequência, intensidade e timbre.

Frequência

Segundo Murgel (2007)³, “qualquer fenômeno vibratório – como o som, a luz, os movimentos sísmicos, a rádio transmissão, etc. – é avaliado de acordo com sua frequência, ou seja, quantas vezes oscila em função do tempo.

Ainda, frequência (f) é o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som. Para uma onda sonora em propagação, é o número de ondas que passam por um determinado referencial em um intervalo de tempo. Chamando de λ o comprimento de onda do som e “ V ” a velocidade do som do movimento retilíneo uniforme e f a frequência, pode-se ter a seguinte relação, e vista na equação 1:

$$V = \lambda \cdot f \quad (\text{Equação 1})$$

A unidade de usual para medição de frequência (SI) é ciclos por segundo, ou Hertz (Hz).

Intensidade ou Pressão Sonora

A intensidade do som é a quantidade de energia contida no movimento vibratório. Essa intensidade se traduz com uma maior ou menor amplitude na vibração ou na onda sonora. Para um som de média intensidade essa amplitude é da ordem de centésimos de milímetros.

A intensidade de um som pode ser medida através de dois parâmetros:

- A energia contida no movimento vibratório (W/cm²)
- A pressão do ar causado pela onda sonora (BAR = 1 dina/cm²)

Adota-se uma divisão de escala log10 para medir o som, tendo como nome Bel (B). Sendo assim, 1 Bel será log10; 2 Bel, log100; até chegar a 14 Bel, que corresponde a intensidade máxima a ser suportada pelo indivíduo. Como Bel é considerado uma unidade de escala muito grande para as variações de intensidade sonora, utiliza-se o decibel (dB), sendo um décimo de bel. Portanto, o número de decibels (dB) nada mais é aquele expoente da relação das intensidades físicas, multiplicado por 10³.

A intensidade sonora medida em decibels é definida como Nível de Intensidade Sonora (NIS).

Portanto:

- Intensidade Sonora - Watts/cm²
- Nível de Intensidade Sonora - NIS - decibels (dB)

A unidade de medida de intensidade sonora é W/cm². O decibel não é uma unidade de medida, mas apenas uma escala. O plural de decibel é decibels.

Ruídos

Considera-se o fenômeno físico vibratório sem características definidas de variações de pressões em função da frequência, ou seja, para uma determinada frequência pode haver variações diferentes de pressões. Fernandes (2002)¹⁵ define ruídos de maneira subjetiva, como toda sensação auditiva desagradável, ou fisicamente, como todo fenômeno acústico não periódico, sem componentes harmônicos definidos. De modo geral, os ruídos podem ser classificados em 2 tipos:

- Ruídos contínuos: são aqueles cuja variação de nível de intensidade sonora é muito pequena em função do tempo. São ruídos característicos de bombas de líquidos, motores elétricos, engrenagens, etc.

Do ponto de vista da NR-15 – Atividades e Operações Insalubres¹⁸, da Portaria 3214/78 do Ministério do

Trabalho – (BRASIL, 1978) e seus anexos, estabelece que o limite de tolerância para uma pessoa possa permanecer em ruído contínuo ou intermitente, ou seja, a sua exposição máxima diária permissível será da ordem de 85 dB para uma jornada de trabalho de 8 horas. Embora essa Norma Regulamentadora - NR estabeleça valores máximos, mas para esse presente trabalho vamos utilizar os limites de nível de ruído ambiente em dB (A) da NBR-10152/1987 – Avaliação de ruído ambiente em recinto de edificações visando o conforto dos usuários em que estabelece para SERVIÇOS o intervalo entre 45-55 dB (A).

Para aplicação dessa Norma Regulamentadora, entende-se que Ruído Contínuo ou intermitente é aquele que não seja de impacto.

Na mesma NR-15 entende-se por Limite de Tolerância, a concentração ou intensidade máxima ou mínima relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causa dano a saúde do trabalhador, durante sua vida laboral. Desta forma, em condições de insalubridade, assegura ao trabalhador a percepção do adicional, incidente sobre o salário mínimo da região e equivalente a:

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

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

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

Para ruído contínuo ou intermitente a norma fixa para cada nível de pressão sonora o tempo diário máximo permitido (Quadro 1).

Quadro 1. Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente-Fonte: (Anexo I da NR-15)

Nível de Ruído em dB (A)	Máxima Exposição Diária	Nível de Ruído em dB (A)	Máxima Exposição Diária
85	8 horas	86	7 horas
87	6 horas	88	5 horas
89	4 h e 30 min	90	4 horas
91	3 h e 30 min	92	3 horas
93	2 h e 40 min	94	2 h e 15 min
95	2 horas	96	1 h e 45 min
98	1 h e 15 min	100	1 hora
102	45 minutos	104	35 minutos
105	30 minutos	102	25 minutos
108	20 minutos	110	15 minutos
112	10 minutos	114	8 minutos
115	7 minutos	-	-

Desta maneira, os níveis de Contínuo ou Intermitente são medidos em decibéis – dB, com equipamento devidamente calibrado, operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (slow) e as leituras são efetuadas próximas ao ouvido do trabalhador.

• Ruídos de Impacto são definidos como picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo, e apresentam altos níveis de intensidade sonora, num intervalo de tempo muito pequeno. São os ruídos característicos de rebiteadeiras, britadeiras, prensas, entre outras. Esses níveis de ruído de Impacto são medidos em decibels – dB, com o instrumento devidamente calibrado, operando no circuito de compensação “C” e resposta rápida (fast).

Medidor de Nível de Pressão Sonora – MNPS

A instrumentação para medição de ruído é a única que tem regulamentação internacional e a que apresenta a maior versatilidade. Há opção de diversos modelos, desde simples até com complexas análises de nível sonoro, com diferentes graus de exatidão.

Os instrumentos de medição de nível de pressão sonora (MNPS) instantâneo, ou decibímetro, de forma simples, são constituídos por:

- Microfone amplificado para captar sons;
- Amplificador;
- Filtros de compensação A, B, C, D;
- Retificador;
- Medidor Digital.

Os decibímetros são encontrados com circuitos nas curvas de compensação A, B, C e D e resposta lenta e rápida, sendo que os mais simples são encontrados fornecendo somente leituras nas curvas A e C. Dos três circuitos acima mencionados, acredita-se que o que melhor se aproxima à resposta humana é a curva A, utilizada atualmente para estabelecer normas.



Figura 1. Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNPS). Foto: da autora.

O Circuito A é utilizado para níveis de intensidade médios com boa resposta para baixa frequência.

Circuito B é utilizado para níveis de intensidade muito alta com boa resposta para baixa frequência;

Circuito C é utilizado para níveis de intensidade muito alta com boa resposta para baixa frequência e o Circuito D é utilizado para ruídos de aeroportos.

A Figura 1 apresenta o aparelho decibelímetro utilizado no presente trabalho para medições rápidas e instantâneas de ruído.

Métodos de Medição de Ruídos

O ruído é um fator contaminante muito antigo, que na atualidade, devido ao avanço industrial, crescimento das cidades e evolução das tecnologias está sempre presente. Assim, tem-se a necessidade de estudos dos problemas acústicos das edificações, com o objetivo de conseguir condições mínimas exigidas em qualidade acústica no seu interior, de acordo com o uso e atividades dos ocupantes.

A seguir, são apresentados métodos de avaliação do ruído em ambientes, inclusive o método usado no Brasil, fixados pelas Normas Brasileiras (NBR) e pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

De acordo com Saliba (2001)¹³ temos:

1. Percepção Subjetiva do Ruído (sem o medidor)

Nós percebemos claramente quando estamos num ambiente com ruído, pois o nosso aparelho auditivo tem grande sensibilidade para detectar a intensidade do som.

Existem duas maneiras fáceis para constatar os níveis de ruído estão se tornando elevados demais, sem o uso do medidor:

a) A primeira é verificar se existe dificuldade de comunicação oral dentro do ambiente. Essa dificuldade é constatada ao se tentar conversar com outras pessoas a um metro de distância com nível normal de voz. Caso haja dificuldade de comunicação, ou necessidade de gritar, ou falar mais próximo da outra pessoa, indicará que o nível de ruído do ambiente está acima do nível da voz (que pode ser tomado próximo de 70 dB).

b) A segunda maneira é constatar se as pessoas, após permanência prolongada no local, sofrem uma diminuição da sensibilidade auditiva (também chamada de sensação de campainha nos ouvidos).

Caso um desses dois testes releve resultados positivos, existe grande possibilidade dos níveis estarem acima do recomendável. Deve-se, portanto, providenciar a imediata avaliação da situação acústica do ambiente.

Barbosa Filho (2001)¹⁶ vem colaborar no sentido de que a avaliação da presença de ruídos de distintas fontes, seja de fundo, seja produzida no interior da edificação, em um mesmo ambiente, é de particular interesse para o gestor.

2. Medição de Ruídos Contínuos

A avaliação dos níveis de ruído contínuos é feita diretamente com o medidor de nível de pressão sonora de acordo com a NR-15. Aproximamos o aparelho da

fonte, na posição de trabalho do operário e lemos diretamente no aparelho o nível de ruído do local. Por ser um ruído do tipo contínuo, deverá haver pouca variação nos valores marcados pelo mostrador.

O medidor deve estar regulado na curva de ponderação "A" e com a constante de tempo em lenta (Slow = RMS da pressão sonora em 1 segundo).

Dose de Ruído

O método de Dose de Ruído é uma variação do Nível de Som Contínuo Equivalente, medido para toda a jornada de trabalho. Existe diferença entre o L_{eq} e a Dose de Ruído:

- O medidor de Dose de Ruído, chamado de dosímetro, é um pequeno aparelho que o trabalhador transporta (no bolso da camisa ou preso na cintura) durante toda a jornada de trabalho, com o microfone instalado no abafador de ouvido.
- Enquanto o L_{eq} expressa o ruído em dB, o dosímetro apresenta a medida como uma porcentagem da exposição diária permitida. Caso esse limite seja fixado em 90 dB (A) (em alguns países 85 dB (A)), é calculado o L_{eq} para 8 horas e o medidor acusa a porcentagem da exposição a que foi submetido o operário: se 100 %, equivale que o nível de ruído do ambiente está no limite permitido.

Dessa maneira, o aparelho mede a verdadeira exposição do operário, pois ele acompanha continuamente todos os ruídos que atingiu o operário durante a jornada, fornecendo, no final do dia, o valor médio. Por isso, a medição do ruído através da dose de ruído é considerada a forma mais precisa de se avaliar o risco do trabalhador

Precauções durante as medições

Alguns cuidados devem ser tomados quando medimos os níveis de ruído de um ambiente. Os principais são:

1. Medidor deve ser colocado na posição de trabalho dos operários e na altura do ouvido dos mesmos;
2. Deve ser evitada a interferência do vento no microfone do medidor;
3. Devem ser evitadas superfícies refletoras, que não sejam comuns ao ambiente. Assim, deve-se evitar que o corpo da pessoa que faz a medição não interfira nas medidas;
4. Principal causador de erros nas medições de ruído é o ruído de fundo. Trata-se do ruído do ambiente, que não faz parte do ruído daquele local.

Nível de Pressão Sonora Equivalente, L_{aeq}

Nível que podendo ser mantido constante por algum período de medição, juntaria a mesma quantidade de energia acústica que os inúmeros níveis variáveis acumulam no mesmo tempo.

Ruído Médio

A equação 2 para obtenção do ruído médio pode ser vista abaixo:

$$NIS = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{L_i/10} \right) \right] \quad (\text{Equação 2})$$

sendo:

NIS: Nível de Intensidade Sonora;

t_i : n° de valores medidos;

L_i : Nível de Pressão Sonora

Efeitos do ruído sobre a saúde e bem-estar das pessoas

Quando uma pessoa é submetida a altos níveis de ruído, existe a reação de todo o organismo a esse estímulo. Dentre as principais alterações fisiológicas, as mudanças bioquímicas, os efeitos cardiovasculares, o bem-estar das pessoas, a que mais se salienta são os efeitos sociológicos, os quais podemos citar:

- . Irritação geral e incômodo;
- . Perturbação na comunicação, conversação, telefone, rádio, televisão;
- . Prejudica o repouso e o relaxamento dentro e fora da residência;
- . Perturbação do sono;
- . Prejudica a concentração e desempenho;
- . Sensação de vibração;
- . Associação do medo e ansiedade;
- . Mudança na conduta social;

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho é uma pesquisa prática e de levantamento de dados, no qual o local de estudo é uma oficina mecânica, localizada na Av. Colombo (BR 376), na cidade de Maringá-Pr, que possui uma população aproximada de 397.437 habitantes¹⁷.

Descrição do objeto

A construção desta oficina mecânica deu-se na década de 90, com área construída de 458,40 m² e contém no seu interior para a execução das atividades de serviços de mecânica de automóveis, 1 compressor de ar, carregadores de baterias, 6 elevadores para veículo, sanitário masculino/feminino, copa, escritório administrativo, dentre outros.

Esta oficina é composta por paredes de blocos de concreto em todo o seu perímetro, pintados na cor branca fosca, piso monolítico construído em cerâmica do tipo granilite, cor cinza; a cobertura é em estrutura metálica, coberta com telhas galvanizadas e iluminação artificial

por meio de telhas translúcidas conjugada com iluminação artificial composta por 6 luminárias com lâmpadas fluorescentes de 40 Watts. A ventilação se dá por meio de ventiladores eólicos conjugada com ventilação zenital no telhado.

Os equipamentos e atividades avaliadas serão: compressor de ar, aparafusadeiras, martelete, furadeiras, lixadeiras, martelos e funcionários em torno de 10 pessoas mais os usuários flutuantes em torno de 5 pessoas.

Abaixo, oficina mecânica localizada na avenida Colombo, objeto de nosso estudo, podendo ser vista pela Figura 2.



Figura 2. Foto interna da Oficina Mecânica estudada. **Foto:** a autora. Data: 31.08.2016.

Para aquisição das amostras foi utilizado um Medidor de Nível de Pressão Sonora (MNPS) instantâneo, mostrado na Figura 1, devidamente calibrado e com um protetor sobre o microfone para evitar que o vento não pudesse interferir na medição, e o cálculo dos níveis sonoros será feito dentro das exigências da ABNT NBR 10.151/2000 e de acordo com a NBR 10.152/1987.

Foi também realizado um levantamento bibliográfico por meio de artigos, normas brasileiras, livros que versavam sobre o tema proposto e outras publicações relacionadas ao assunto, para em seguida ser feita a coleta de dados. As medições foram realizadas pela manhã e tarde, sempre no início das atividades por se tratar dos períodos que há maior geração de ruídos por parte do labor dos funcionários e aos gerados pelos veículos que transitam pela Avenida Colombo.

As medições foram realizadas durante quatro dias alternados, em horários distintos e de acordo com informações repassadas pelos funcionários da oficina, que definiram alguns horários como sendo o de maior geração em relação a emissão de ruído. De acordo com os funcionários, a maior geração dos ruídos dá-se na segunda-feira, no início da manhã, entre 07:30 e 09:00 horas, e a sexta-feira entre 17:00 e 18:30 horas, sendo que nos outros dias da semana há também forte geração de ruídos.

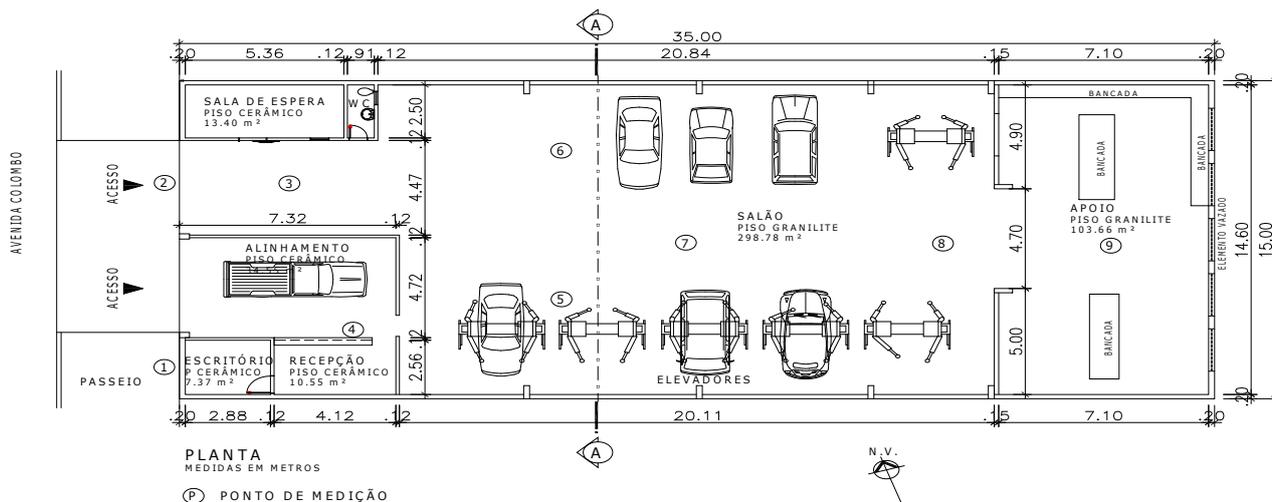


Figura 3. Planta do estabelecimento comercial estudado.

Estabelecemos 9 pontos de medição destas amostras, sendo que 7 deles foram no interior da oficina, fonte de maior geração de ruídos e sempre próximos dos funcionários, e dois pontos localizados na parte externa, de frente a edificação, conforme pode-se observar nas Figuras 3 e 4.

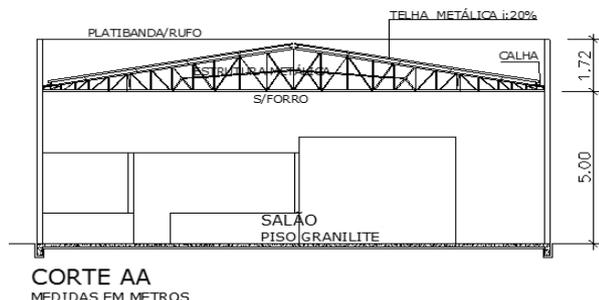


Figura 4. Corte transversal do estabelecimento comercial estudado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira medição (09/06/16) observou-se que os maiores geradores de ruído foram os ruídos provocados pelo manuseio das ferramentas quando da execução dos serviços e equipamentos (compressor de ar) da oficina quando da sua utilização.

No ponto 6 havia um equipamento (aparafusadeira) em funcionamento e medimos o maior nível de ruído alcançado próximo ao funcionário que foi de 86,1 dB (A); entretanto, quando do funcionamento do equipamento chamado esmeril, o nível de ruído próximo ao funcionário em trabalho alcançou a 94 dB (A).

Na segunda medição (10/06/16) as amostras foram tomadas nos horários considerados de pico pelos funcionários, ou seja, entre 17:00 e 17:40 horas, com a oficina

em funcionamento, valores estes somados com o ruído procedente do tráfego de veículos na avenida. No entanto, observamos que houve variação discreta nos valores observados em relação aos outros dias e horários.

Na terceira medição (13/06/16) foram realizadas duas medições: uma às 08:00 horas e outra às 08:20 horas. No primeiro horário, os valores obtidos foram apenas dos ruídos procedentes dos automóveis que transitam pela Avenida Colombo, e no segundo horário com os serviços da oficina em pleno vigor, e nesta amostra observamos também que houve uma variação discreta nos níveis de ruído.

Na quarta medição (15/06/16) os níveis de ruídos obtidos foram provenientes apenas dos automóveis que circulavam na Avenida Colombo, pois a oficina não tinha iniciado ainda seus serviços.

Por meio deste trabalho, foi possível observar que os maiores geradores de ruído são as ferramentas/equipamentos da oficina, no entanto, os níveis de ruído procedentes do exterior torna-se incomodo em alguns horários, mas não a todo o momento. Entretanto, quando do manuseio das ferramentas e dos equipamentos que ficam ligados ininterruptamente, como por exemplo, o compressor de ar instalado no interior da oficina, o ambiente torna-se insalubre deixando as pessoas incomodadas. Durante a execução deste trabalho, percebemos que quando o semáforo posicionado na Avenida Herval com a Avenida Colombo fecha para trânsito procedente da Avenida Colombo, sentido bairro-centro, e localizado próximo à oficina, gera um ruído constante, diferentemente quando o semáforo está aberto ao trânsito.

Os valores obtidos nestas medições de ruídos no estabelecimento comercial podem ser vistos na Tabela1, abaixo:

Tabela 1. Níveis de Pressão Sonora coletados em dB (A)

Dia 09/06/2016 – 14:00 horas									
Ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mínimo	65,9	62,4	66,5	62,4	61,6	59,3	61,5	63,7	62,9
Máximo	75,5	78,8	80,2	80,7	71,1	86,1	84,0	72,8	71,8
Dia 10/06/2016 – 17:00 horas									
Ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mínimo	63,8	63,4	57,1	62,1	61,6	60,8	72,2	78,8	65,7
Máximo	87,7	88,8	84,3	83,1	83,7	82,2	79,4	85,3	68,3
Dia 10/06/2016 – 17:40 horas									
Ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mínimo	76,5	69,4	67,5	61,0	63,8	66,2	62,1	64,3	61,6
Máximo	90,9	80,6	76,3	71,4	73,4	82,5	79,0	75,2	70,0
Dia 13/06/2016 – 08:00 horas									
Ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mínimo	69,3	67,3	65,2	60,8	59,1	59,7	62,6	64,3	69,4
Máximo	81,2	86,9	82,3	78,9	79,2	73,4	79,9	77,6	71,8
Dia 13/06/2016 – 08:20 horas									
Ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mínimo	67,9	68,2	71,8	62,8	64,3	69,3	68,3	61,6	60,9
Máximo	81,1	85,6	79,5	78,2	70,5	82,2	83,7	79,4	70,0
Dia 15/06/2016 – 07:40 horas									
Ponto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mínimo	67,0	68,1	66,9	59,7	66,9	60,8	58,7	58,0	57,7
Máximo	79,2	80,2	74,9	75,5	78,4	79,4	79,2	79,4	73,9

Com os dados obtidos na Tabela 1, fez-se uma média obtendo um valor para cada dia de medição, sendo os seguintes valores, visualizados na Tabela 2.

Tabela 2: Nível de Pressão Sonora Médio Calculado

Data	Média em dB (A)
09.06.2016	70,4
10.06.2016	72,8
13.06.2016	72,1
15.06.2016	70,2

Desta forma e de posse dos dados constantes na Tabela 2 foi possível calcular Nível de Pressão Sonora Equivalente, *L_{aeq}*, em dB (A), utilizando a equação 3:

Nível de Pressão Sonora Equivalente - *L_{aeq}*

$$L_{aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right) \right] \quad (\text{Equação 3})$$

sendo:

Li: nível de pressão sonora, em dB (A).

n: número total de leituras.

O valor do Nível de Pressão Sonora Equivalente das amostras obtidas na oficina mecânica, objeto de nosso estudo, pode ser visto a seguir:

$$L_{aeq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{4} (1.10^{7,04} + 1.10^{7,28} + 1.10^{7,21} + 1.10^{7,02}) \right\}$$

$$L_{aeq} = 71,5 \text{ dB (A)}$$

Analisando a tabela para recintos, disponível na NBR 10.152/1987, não há valores de ruído específico para estabelecimento comercial denominado de oficina mecânica, no entanto, a norma estabelece valores para locais como SERVIÇOS, e por se tratar de uma empresa prestadora de serviços, envolvendo funcionários e pessoas, e desta forma, adotamos para o presente trabalho a faixa de ruído compreendendo a variação entre 45 e 55 dB (A).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos na Tabela 1, especificamente nos pontos 1 e 2, temos a comentar que fizemos essa amostragem para demonstrar o quanto os funcionários e usuário desta oficina mecânica estão sujeitos aos ruídos advindos da avenida Colombo por meio do trânsito de veículos, principalmente nos primeiros horários da manhã e a tarde, no final do expediente. A planta arquitetônica desta oficina favorece em muito para que os sons produzidos no exterior se adentram no interior da mesma pela fachada principal, como pode ser vista pela Figura 3, devido a construção de uma estrutura, chamada mezanino, em forma de túnel na entrada principal.

Ainda, com os resultados obtidos, observa-se que os trabalhadores estão expostos diariamente a um nível de ruído de 71,5 dB (A), quase que ininterruptamente, sendo que a NBR 10.152/1987, estabelece que para esse local de serviços os valores deveriam se enquadrar na faixa entre 45 e 55 dB (A).

No entanto, de acordo com a NR-17 (1978)²¹ a mesma estabelece que nos locais de trabalho os quais são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, como é o nosso presente caso, são recomendadas as seguintes condições de conforto: os níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10.152/1987, norma registrada no INMETRO que estabelece o nível de ruído ambiente variando entre 45 e 55 decibels dentre outros parâmetros, tais como iluminação, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do ar.

Outro fato que constatamos neste empreendimento, mas não faz parte da nossa pesquisa foi quanto à precariedade da iluminação do local de trabalho, pois de acordo com a NR-17, os locais de trabalho devem haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou complementar, apropriada a natureza da atividade, e essa iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa.

Desta forma, a oficina mecânica pesquisada e na condição ambiental analisada (ruído) pode ser conside-

rada insalubre de acordo com a NR-15 quanto se refere ao nível de ruído encontrado no interior quando os funcionários estão no exercício de seu labor.

Finalizando, o valor final obtido está muito acima do permitido pelas normas brasileiras, podendo gerar um desconforto aos trabalhadores e aos usuários do empreendimento, e para tanto sugere-se ao Administrador da oficina que deve se esforçar para reduzir os níveis de ruídos de exposição internos, procedendo assim, a neutralização ou substituição de alguns equipamentos, como é o caso do compressor de ar instalado no interior do estabelecimento podendo ser instalado externamente a edificação, e que nos motivou a medição nº 9 e ofereça aos seus trabalhadores protetores auriculares, para evitar problemas futuros e, talvez assim, proporcionar uma melhor produtividade e nível de vida futura.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Lourival Domingos Zamuner, meu orientador, pelo incentivo e auxílio durante todo o andamento deste trabalho.

Um agradecimento em especial, aos amigos, colegas de universidade e todos os professores do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ingá, que me auxiliaram no decorrer do curso.

A oficina mecânica Motor 1000, por permitir que eu pudesse realizar este projeto dentro de suas dependências, nas pessoas do Fernando e Jorge, seus proprietários.

REFERÊNCIAS

- [1] Ramazini B. As doenças dos trabalhadores. Trad. FUNDACENTRO, São Paulo. 1988; 180.
- [2] Schmid AL. A Idéia de Conforto: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental. 2005.
- [3] Murgel E. Fundamentos de Acústica Ambiental. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.
- [4] Pedrazzi T, Engel D, Kruger E, Zannin PHT. Avaliação do desempenho acústico em salas de aula do CEFET –PR.[artigo] Curitiba: CEFET – Pr, 2000.
- [5] OMS. Organização Mundial de Saúde, 2001.
- [6] Carmo AT, Prado RTA. Qualidade do ar interno. [texto técnico] São Paulo: Universidade de São Paulo. 1999.
- [7] Filho ANB. Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental. São Paulo: Atlas. 2001.
- [8] Souza LCL, Almeida M; Bragança L. Bê-á-bá da acústica arquitetônica. São Carlos: EduFSCar. 2012.
- [9] Carvalho RP. Acústica Arquitetônica. 2ª Ed. Brasília: Thesaurus. 2010.
- [10] Amorim RGG, Cavalcante AFL, Pereira SPA. Análise do ruído em oficinas mecânicas de Luziânia. [artigo] Goiás: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. 2012.
- [11] Costa EC. Acústica Técnica. São Paulo: Blucher. 2003.
- [12] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151. Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. São Paulo. 2000.
- [13] Saliba TM. Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído. 2. ed. São Paulo: LTr. Ltda, 2001; 118p
- [14] Hendriks R. Technical Noise Supplement. Table of contents. Outubro. 1998; 45:55.
- [15] Fernandes JC. Acústica e Ruídos. UNESP - Campus de Bauru. Departamento de Engenharia Mecânica (apostilas). [s.n.]. 2002. 51p.
- [16] Barbosa Filho AN. Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental. São Paulo: Atlas S/A. 2001. 158pg.
- [17] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa de população de Maringá: Maringá, agosto. 2013.
- [18] Norma Regulamentadora 15. NR 15. Aprovada pela Portaria 3.214 de 08.06.1978. Atividades e Operações insalubres. Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente. Ministério do Trabalho. 1978.
- [19] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152. Níveis de Ruído para conforto acústico. São Paulo. 1987.
- [20] SEGURANÇA E MEDICINA NO TRABALHO. - Manuais de Legislação Atlas, 53. ed. São Paulo: Atlas S/A. 2003; 733p.
- [21] Norma Regulamentadora 17. NR 17. Aprovada pela Portaria 3.214 de 08.06.1978. Ergonomia. Ministério do Trabalho. 1978.