



20° POSMEC

SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Avaliação de uma Metodologia para Estimativa Virtual da Dose de Exposição ao Ruído Ocupacional

Autor(es)
Ricardo Humberto de OLIVEIRA FILHO

Orientador:
Marcus Antonio VIANA DUARTE

Introdução

A permanência de pessoas em níveis de ruído elevados pode causar comprometimentos orgânicos diversos, como hipertensão arterial, estresse, aumento de tensão muscular e incapacidade de concentração. Também é responsável por distúrbios auditivos temporários e permanentes. A perda de audição induzida por ruído ocupacional (PAIRO) é a única patologia causada pelo ruído reconhecida pela legislação brasileira.

A Norma de Higiene Ocupacional NHO 01 de 2001 redigida pela FUNDACENTRO estabelece critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que implique risco potencial de surdez ocupacional. Ainda introduz o conceito de nível de exposição como um dos critérios para a quantificação e caracterização da exposição ocupacional (dose) ao ruído contínuo ou intermitente, além de considerar a possibilidade de utilização de medidores integradores (dosímetros) e de leituras instantâneas (decibelímetros).

Apesar de propiciar uma avaliação segura e posterior melhoria nas condições de trabalho dos colaboradores, fica evidente que é necessária a exposição do colaborador em sua rotina de trabalho para que seja realizado o procedimento. Visando evitar tal exposição, foi levantada a hipótese de se criar um sistema de previsão da dose de exposição antes mesmo da execução da tarefa.

O objetivo deste trabalho foi a criação de uma metodologia que tornasse possível, antes de o operário executar sua atividade, a previsão da dose de exposição ao ruído ocupacional à qual estará exposto, visando assim preservar sua integridade auditiva.

Metodologia

Foi utilizado um modelo fictício que simula o funcionamento de uma central de geração e distribuição de vapor, baseada no banco de dados do Laboratório de Acústica e Vibrações (LAV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A Fig. 1 ilustra o modelo acústico simplificado elaborado para o trabalho.

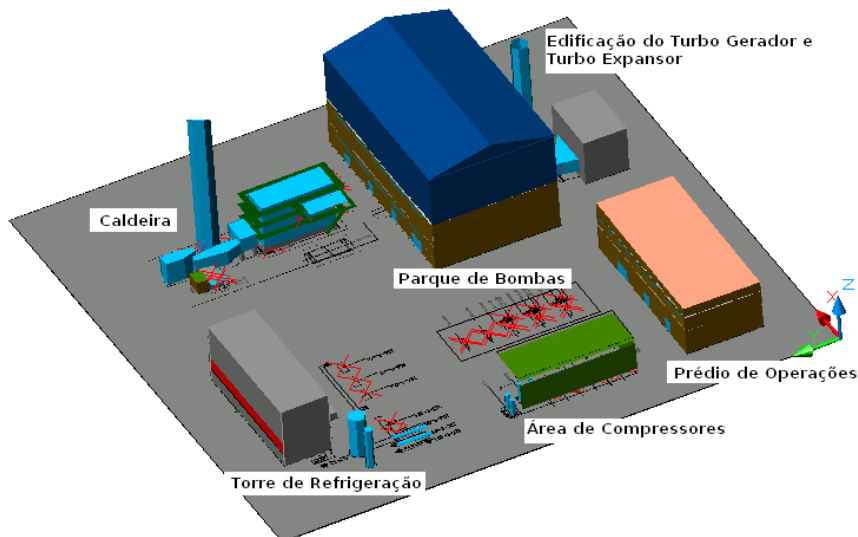


Figura 1: Modelo acústico simplificado da área industrial fictícia criada para o trabalho.

A unidade é formada por:

- Uma caldeira de grande porte com três plataformas de acesso onde serão consideradas como fontes de ruído seis queimadores, dois pirômetros, um turbo ventilador de tiragem forçada para admissão de ar que também pode ser acionado por um motor elétrico, três compressores utilizados no funcionamento da caldeira, corpo da caldeira;
- Um desaerador com duas descargas para atmosfera (vents);
- Uma torre de resfriamento de água com duas quedas de água e cinco moto bombas;
- Uma edificação de três pavimentos, onde será alocado um turbo gerador, um turbo expansor, duas moto bombas de condensado, um exaustor para o tanque de óleo, dois exaustores de vapor de selagem, além das tubulações;
- Um parque constituído de três turbo bombas e duas moto bombas;
- Uma área coberta onde estão alocados três moto compressores, sendo dois destes com descarga para a atmosfera;
- Uma edificação de dois pavimentos onde estarão localizados os painéis elétricos e a sala de operações.

Para o cálculo da dose, é necessário conhecer os níveis de ruído no ambiente e o tempo gasto na rota e em cada vistoria e manobra nos equipamentos. Normalmente, o simples processo de mapeamento dos níveis de ruído é suficiente para levantamento dos NPS, mas como a planta industrial designada para a elaboração do trabalho não existe, foi utilizado o programa de simulação de campo acústico do LAV, e então exportados os dados de NPS.

Para a previsão de Dose foi criada uma metodologia para prever estatisticamente qual a probabilidade do funcionário estar presente em uma determinada área da unidade tomando como base para isso o tempo gasto em rotinas de trabalho, vistorias diárias, liberação de área, execução de manobras em equipamentos e confecção de relatórios diários. Tais dados foram embasados na experiência adquirida nos trabalhos de campo já citados.

Após a inserção das rotas e tempos de permanência, utilizou-se o princípio do Método de Monte Carlo, utilizando a probabilidade de o funcionário estar em qualquer ponto da planta através do método desenvolvido, dividindo a jornada de trabalho em intervalos de tempo iguais a 10 minutos, escolhendo aleatoriamente pontos da planta e avaliando qual a probabilidade de o funcionário estar em tais pontos nos intervalos pré definidos. Acumulam-se as probabilidades estimadas para cada período de tempo em cada ponto. Ainda é considerada uma repetibilidade do experimento com 30 variações de 0 a 6 dB(A) para os NPS simulados para a planta, considerando-se assim possíveis variações na produção da unidade.

A utilização de tal metodologia se justifica pela necessidade de se obter uma faixa de aceitação para a estimativa de dose. O Método de Simulação de Monte Carlo torna possível o cálculo dos parâmetros estatísticos (média, desvio padrão e variância) de uma população com distribuição desconhecida, através da distribuição Normal, t de Student ou Qui-quadrado.

Foi necessário encontrar uma faixa de aceitação para dose estimada, definida pelo intervalo de confiança de 95% das 30 repetições do experimento, sendo este de 1,539 a 1,610, com valor médio de 1,574.

Resultados

Foram realizadas simulações para averiguar a eficiência da metodologia. Para tanto foram consideradas a execução de manobras e intervenções que não sejam contempladas na rotina de trabalho do colaborador, adicionando-se tal atividade à rotina de trabalho do colaborador. A dose de exposição ao ruído ocupacional foi calculada pelo método tradicional imposto pela NR 15 do MTE e NHO01 da FUNDACENTRO. Tal valor foi comparado com o resultado obtido pela metodologia proposta levando em consideração o intervalo de confiança.

As intervenções e manobras consideradas foram escolhidas devido a sua constante ocorrência, estas presenciadas durante os trabalhos de campo realizados.

- Simulação 01: Verificar possível falha em 2 queimadores da caldeira, no 2º e 3º piso.

A Tabela 1 ilustra os resultados.

Tabela 1: Comparativo dos resultados obtidos para a previsão da Dose na Simulação 01.

Área Analisada	Método	Valor Médio
Dose de Exposição Total	1,57	1,55
Intervalo de Confiança	1,54	1,61

- Simulação 02: verificar possíveis falhas nas turbinas dos equipamentos no prédio das turbo máquinas.

A Tabela 2 ilustra os resultados obtidos na Simulação 02.

Tabela 2: Comparativo dos resultados obtidos na Simulação 02.

Área Analisada	Método	Valor Médio
Dose de Exposição Total	1,57	1,56
Intervalo de Confiança	1,54	1,61

- Simulação 03: Verificar possíveis falhas em 1 dos compressores na área dos compressores, 1 bomba na torre de refrigeração e na turbina de acionamento do ventilador da caldeira.

A Tabela 3 ilustra os resultados obtidos na Simulação 03.

Tabela 3: Comparativo dos resultados obtidos na Simulação 03.

Área Analisada	Método	Valor Médio
Dose de Exposição Total	1,57	1,60
Intervalo de Confiança	1,54	1,61

Conclusões

Para todas as simulações o valor médio de dose ficou dentro dos limites estabelecidos pela faixa de aceitação imposta.

Conclui-se que foi possível desenvolver uma metodologia que estime a dose de exposição ao ruído ocupacional, o que, avaliado no aspecto de um programa de conservação auditiva, é de grande significância, uma vez que será possível intervir na rotina do funcionário ou ainda na fonte de ruído antes que ocorra uma exposição a valores de dose que prejudiquem sua audição.

A metodologia também pode ser aplicada na fase de projeto de áreas industriais, sendo possível escolher a disposição de equipamentos e pontos de controle através da análise das possíveis rotas que serão executadas pelo funcionário, de modo a minimizar a dose de exposição ao ruído.

Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 8 de Junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, jun. 1978.

FUNDACENTRO. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. NH01. São Paulo, 2001.

MASTERS, T., 1995, “**Advanced Algorithms for Neural Networks**”, John Wiley & Sons, New York.