

AUTOMATIZAÇÃO NA AVALIZAÇÃO DE AGENTES FÍSICOS

Renato Michael Zanella¹, Vinícius José Santos Lopes²

¹Engenheiro Civil, Pós Graduando em Engenharia Segurança do Trabalho na Universidade de Cuiabá – UNIC Sinop

²Professor da Pós Graduação em Engenharia Segurança do Trabalho na Universidade de Cuiabá – UNIC Sinop

RESUMO

Na execução de seus trabalhos os trabalhadores estão expostos a diversos riscos a sua saúde, estes riscos apresentam um potencial de risco que pode causar desconfortos, acidentes ou mesmo doenças de trabalho, tendo em vista os riscos físicos de ruído e calor que os trabalhadores são expostos o controle e monitoramento dos ambientes de trabalho se torna extremamente necessário e eficaz no combate aos efeitos desses riscos.

Este trabalho de monitoramento deve ser realizado por profissional habilitado, e da forma mais eficiente possível.

Os procedimentos técnicos de avaliação da exposição ocupacional ao ruído e calor possuem diversos itens para serem checados e verificados, onde a omissão da verificação de alguns destes itens em um laudo técnico pode trazer implicações legais, como processo penal para o avaliador responsável pela medição. O programa AutoPARC permite o avaliador realizar todos os procedimentos de avaliação de ruído e calor sem a necessidade de consultar os manuais de instruções do fabricante do instrumento e as Normas de Higiene Ocupacionais para verificar os procedimentos necessários durante a medição.

ABSTRACT

On the execution of your Jobs the workers are expose to many risks to their health, this risks show a potential risk which can cause discommodity, incidents or work diseases, considering the physical risks, noise and heat witch the workers are expose the control and monitoring of the work environment become extremely necessary and effective against of the effects of their risks.

This monitoring work have been realize by a qualified professional, and more efficiently has possible.

The technical proceeds of occupational exposure assessment for the noise and heat have many items who has been check, where the check omission of some items in a technical report can bring legal implications, as criminal proceedings for the responsible evaluator by measuring. The program AutoPARC allows the evaluator realize all the evaluation precedes of the noise and heat without the necessity consult the handbook's instructions of the manufacturer's instrument and occupational hygiene standards to verify the needed proceeds during measurement.

1. INTRODUÇÃO

Com o grande desenvolvimento da população, existe grande crescimento da demanda de produtos para consumo, e como a

produção está diretamente relacionado com mão-de-obra, quanto maior for a produção maior será a necessidade de mão-de-obra e maior será a jornada de trabalho enfrentada por alguns trabalhadores e conseqüentemente maior exposição a este ambiente, em trabalhos que exigirem contato direto do trabalhador com máquinas ou ferramentas que imitam sons, o nível do ruído produzido e o tempo de exposição são fatores determinantes na comprovação de possíveis danos a saúde dos mesmos, pois os efeitos do ruído, mesmo não parecendo são muito prejudiciais a saúde humana, eles não causam lesões apenas no aparelho auditivo, e sim em vários outros órgãos do corpo humano e sendo eles de manifestação imediata ou gradativamente com o passar do tempo.

De acordo com Santos *et al*, (1999), a existência de diversos estudos serve como comprovação de que os ruídos produzidos na linha de produção das empresas, tem efeitos nocivos ao homem, e esses efeitos não se limitam em lesões do aparelho auditivo, mas atingem outros órgãos, aparelhos e funções do organismo, o que reforça a necessidade de se dar uma maior atenção aos efeitos desse agente.

O calor é um fator que está presente na grande maioria das atividades desenvolvidas pelo homem, na região de Sinop-MT que por apresentar um clima quente torna qualquer aumento na temperatura como sendo um ambiente desconfortável para trabalho. Apresenta inúmeras fontes de energia que, assim como o ruído, podem ser prejudiciais com a exposição em um ambiente que apresente temperaturas elevadas, por isto a quantidade de energia no ambiente é de elevada importância, pois prejudica os trabalhadores causando uma sobrecarga térmica, essa exposição ao calor causa estresse assim como o ruído, e faz com que o corpo fique mais lento para se adaptar às temperaturas elevadas.

Conforme Araújo e Regazzi (1999), no conceito de calor, precisamos dividir dois conceitos: conforto térmico e sobrecarga térmica. O conforto térmico leva em consideração e depende de vários aspectos como situação geográfica, aspectos climáticos, sensibilidade das pessoas entre outros. Sobrecarga térmica depende do organismo quando atinge o equilíbrio térmico. E de acordo com as condições ambientais o corpo pode perder ou ganhar calor.

O calor é uma energia que sempre está em movimento e para medi-lo precisamos medir a temperatura do corpo que estamos querendo estudar. O calor ambiente afeta o organismo através de mecanismos naturais, sendo eles condução, convecção e radiação. O desequilíbrio térmico é causado pelo calor que atinge o nosso organismo alterando a temperatura interna do corpo e prejudica muito o nosso organismo. As altas temperaturas provocam: desidratação, erupção da pele,

cãibras, fadiga física, distúrbios psiconeuróticos, problemas cardiovasculares e insolação, e esses efeitos causados ao longo do tempo sobre os trabalhadores, se tornam de grande importância pois afetam a saúde desses trabalhadores de forma direta.

Para um engenheiro ou mesmo técnico em Segurança no Trabalho, para se elaborar um laudo técnico a respeito das condições de trabalho em que os trabalhadores estão expostos, existe uma série de fatores a serem levados em consideração, esses fatores podem ser de fácil e rápida observação ou necessitem de um tempo e atenção do avaliador, dentre estes estão a avaliação de ruídos e calor nos ambientes de trabalho, com isso se tem como foco neste trabalho desenvolver um software que auxilie de forma rápida e precisa nas inspeções e determinações técnicas de medição quantitativa do ruído e do calor nos ambientes de trabalho, fazendo um papel importante na elaboração de laudos técnicos. A elaboração deste software deve trazer a automatização nas confecções dos laudos, de tal forma que garanta rapidez e precisão, no levantamento de dados introduzidos nele como pontos importantes para realização das medições, de acordo com os itens presentes no procedimento de avaliação da respectiva norma de higiene ocupacional checados e os instrumentos utilizados para realizar as medições ajustados corretamente com os parâmetros exigidos pela Norma.

É de total importância que todos os itens necessários em uma avaliação da exposição ocupacional ao ruído e calor sejam checados e verificados pois a omissão destes, pode trazer implicações legais, como processo penal para o avaliador responsável pela medição.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os instrumentos utilizados nas avaliações de ruídos são os medidores de nível de pressão sonora, os audiodosímetros e o calibrador acústico.

Os medidores de nível de pressão sonora são instrumentos utilizados para medir o Nível de Pressão Sonora (NPS) instantâneo. Os medidores de nível de pressão sonora são chamados de sonômetros ou popularmente de decibelímetros. Os medidores de NPS podem ser do tipo 1, 2 ou 3, dependendo da precisão. Além disso podem possuir circuitos de compensação "A, B, C e D ou somente A e C, ou somente A".

O audiodosímetro é um aparelho importante para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído, através deste equipamento se pode obter a dose de ruído ou

efeito combinado e nível equivalente de ruído (Leq). Existem vários modelos e tipos de audiosímetros no mercado que funcionam também como decibelímetros, fornecendo, além da dose, o Leq e o NPS, dentre outros parâmetros necessários na avaliação do ruído.

O calibrador acústico é indispensável nas avaliações de ruído, pois permite a aferição dos medidores, garantindo a precisão das medições. O calibrador é um instrumento portátil de precisão e consiste numa fonte sonora que emite um tom puro na frequência de 1.000Hz. Essa fonte, quando ajustada no medidor de som ou audiosímetro, emite um som constante de 114,0dB ou 94,0dB, dependendo do modelo e marca do aparelho.

Como existem diversas variáveis que se tornam influentes na quantificação da exposição ocupacional do calor, se torna difícil realizar uma avaliação com precisão.

Os índices que avaliam a influência do calor sobre o trabalhador são:

Índices de conforto térmico: temperatura efetiva, que avalia a temperatura, a umidade e a velocidade do ar;

Temperatura efetiva corrigida: além dessas avaliações da temperatura efetiva avalia também o calor radiante;

Índices de sobrecarga térmica: índice de sobrecarga térmica avalia a temperatura, a umidade, a velocidade do ar, o calor radiante e o metabolismo da atividade.

Na higiene ocupacional os índices de sobrecarga térmica são os mais importantes, eles devem avaliar e considerar as seguintes variáveis: temperatura do ar, umidade, calor radiante e metabolismo da atividade.

O Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG) é o índice utilizado para avaliar todos os itens mencionados no índice de sobrecarga térmica.

Os instrumentos utilizados na determinação do IBUTG são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum (bulbo seco).

Termômetro de bulbo úmido natural (Tbn): constituído por um termômetro com bulbo totalmente recoberto por um pavio de tecido de algodão na cor branca e com alto poder de absorção de água;

Termômetro de globo (Tg): Utilizado para quantificar o calor radiante, é constituído de um termômetro comum localizado no centro de uma esfera oca de cobre de dimensões padronizadas e pintada externamente de preto fosco.

Termômetro de bulbo seco (Tbs): Utilizado para quantificar a temperatura do ar, é constituído de um termômetro comum.

Conforme Sherique, 2007, os procedimentos técnicos de levantamento ambiental, ressalvada disposição em contrário, deverão considerar.

A metodologia e os procedimentos de avaliação dos agentes nocivos estabelecidos pelas Normas de Higiene Ocupacional – NHO da FUNDACENTRO; Os limites de tolerância estabelecidos pela NR – 15 do TEM.

Os critérios de avaliação adotados neste trabalho para avaliar o ruído e o calor são, respectivamente, as Normas de Higiene Ocupacional NH-01 e NHO-06.

De acordo com a NHO-01, o critério de referência que embasa os limites de exposição diária adotados para ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 (oito) horas ao nível de 85 dB (A).]

A determinação da exposição ao ruído de impacto ou impulsivo deve ser feita por meio de medidor de nível de pressão sonora operando em “ Linear” e circuito de resposta para medição de nível de pico.

Quando o número de impactos ou de impulsos diários exceder a 10.000 ($n > 10.000$), o ruído deverá ser considerado como contínuo ou intermitente.

De acordo com a HHO-06, o critério de avaliação da exposição ocupacional ao calor tem por base o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG.

As taxas metabólicas relativas às diversas atividades físicas exercidas pelo trabalhador devem ser estimadas utilizando-se os dados, quando houver dificuldade para enquadramento da atividade exercida através dos dados presentes neste anexo, poderá ser utilizadas outras tabelas disponíveis na literatura nacional e internacional.

Quando o trabalhador está exposto a duas ou mais situações térmicas diferentes, deve ser determinada a média ponderada do IBUTG utilizando-se os valores de IBUTG representativos das distintas situações térmicas que compõem o ciclo de exposição do trabalhador avaliado.

Os instrumentos virtuais utilizados forma computador, software e uma variedade de dispositivos de aquisição e controle.

De acordo com Ferrero (1990), um instrumento virtual é constituído de um computador equipado com placas de medida e com software, que permita obter capacidade similar as de um instrumento tradicional. A utilização de um instrumento virtual envolve a utilização de interfaces gráficas especializadas que permitem por um lado uma comunicação fácil com instrumento e, por outro lado, uma representação adequada e flexível dos resultados da medição.

Goldberg (2000), um instrumento virtual “ é o composto por alguns periféricos especializados, um computador de uso geral, um software de desenvolvimento adequado, e conhecimento específico a aplicação desejada”.

Conforme Kogler (2004), instrumento virtual é um sistema formado por um computador mais um instrumento de medida ou equipamento de comando, colocados em comunicação. Um programa executado no computador torna o instrumento ou o controlador acessível ao operador por meio de uma interface gráfica de software. Essa interface é dotada de botões, chaves, mostradores, indicadores, painéis de exibição de gráficos, apresentados como objetos interativos.

O instrumento conectado ao computador pode ser desde um equipamento completo, como um osciloscópio, frequencímetro, ou mesmo um simples sensor como um termopar, um extensômetro.

2.1 O SOFTWARE AutoPARC

2.1.1. Arquitetura Básica do Software

O programa está dividido em duas abas principais, sendo uma aba responsável pela avaliação do ruído e outra responsável pela avaliação do calor.

A automação do procedimento de avaliação de ruído foi dividida em três etapas, sendo cada etapa disponibilizada em uma aba e com as seguintes funções:

1º Etapa: Coleta de informações;

2º Etapa: Tipificação do ruído;

3º Etapa: Procedimento de avaliação e interpretação dos resultados.

A automação do procedimento de avaliação do calor foi dividida em duas etapas, sendo cada etapa disponibilizada em uma aba e com as seguintes funções:

1º Etapa: Coleta de informações;

2º Etapa: Procedimento de avaliação e interpretação dos resultados.

2.1.2. Avaliação do Ruído

Na primeira etapa da avaliação do ruído, o programa disponibiliza alguns campos na tela para que o usuário preencha com as informações necessárias.

Na segunda etapa da avaliação do ruído, o programa possui um campo para inserir o tempo de amostragem, que seja representativo para a tipificação do ruído e disponibiliza um botão para dar o comando para o programa gravar o som ambiente.

Na terceira etapa possui dois instrumentos cadastrados, um dosímetro para as avaliações de ruído contínuo ou intermitente e um decibelímetro para as avaliações de ruído de impacto ou impulsivo.

A medição é iniciada e finalizada através de botões disponíveis na terceira etapa da avaliação do ruído.

Os procedimentos gerais de medição marcam o início da medição de ruído através da verificação de itens que independem do tipo de instrumento que esteja sendo utilizado, os ajustes de parâmetros dos instrumentos são feitos de acordo com as instruções presentes nos manuais dos fabricantes. Para a avaliação do ruído foi criada duas rotinas de ajustes de parâmetros, sendo uma específica para o dosímetro e outra específica para o decibelímetro, ambos da Instrutherm.

Uma vez que todos os procedimentos gerais de medição foram realizados e os parâmetros foram ajustados no instrumento, o trabalhador a ser avaliado deve ser informado sobre todos os passos do procedimento e do objetivo do trabalho.

Após o encerramento do registro de dados no instrumento o programa realiza o processo de validação da medição, onde os dados só serão validados se o equipamento mantiver as condições adequadas de uso.

2.1.3. Avaliação Calor

A medição é iniciada e finalizada através de botões disponíveis na segunda etapa da avaliação do calor, a operação do instrumento marca o início da medição de calor através de uma lista de ações estipuladas pelo fabricante do instrumento e também pela norma de higiene ocupacional NHO-06.

São verificados os aspectos gerais dos instrumentos antes de serem iniciadas as medições para a determinação do IBUTG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ruído

A interpretação dos resultados referentes à avaliação de ruídos depende do tipo de ruído que está sendo analisado e o limite de tolerância adotado, portanto após a finalização da medição e respectiva leitura da medida no instrumento pode ser realizada a interpretação do resultado.

A interpretação dos resultados depende do fornecimento dos valores lidos no instrumento, portanto se estiver avaliando ruído contínuo ou intermitente deverão ser inseridos os valores de dose medida, em porcentagem, e valor de pico registrado, em decibéis registrados pelo dosímetro e se estiver avaliando ruído de impacto ou impulsivo deve ser inserido o valor de nível de pico máximo registrado pelo decibelímetro.

3.2 Calor

Uma vez determinado o valor de IBUTG médio através da leitura dos valores registrados no instrumento e o valor máximo permissível de IBUTG determinado pelo AutoPARC, o limite de exposição ao calor será considerado ultrapassado quando o IBUTG médio exceder o IBUTG máximo correspondente a taxa metabólica média, obtido pelo limite de tolerância selecionado pelo avaliador.

3.3 AutoPARC

O programa AutoPARC permite o avaliador realizar todos os procedimentos de avaliação de ruído e calor sem a necessidade de consultar os manuais de instruções do fabricante do instrumento e as Normas de Higiene Ocupacionais para verificar os procedimentos necessários durante a medição.

Além de realizar o *check-list* de todos os procedimentos necessários para a realização da avaliação ambiental e auxiliar na operação dos instrumentos, o programa permite o avaliador salvar no computador um relatório com todo o procedimento realizado durante o procedimento de avaliação de ruído ou calor.

No relatório de avaliação do ruído estão contidas as seguintes informações:

Informações gerais obtidas no local avaliado;

Os parâmetros medidos durante a avaliação da presença de ruído de impacto ou impulsivo;

O instrumento utilizado para a avaliação e o respectivo número de série;

Todos os procedimentos gerais de medição que foram realizados;

As informações que foram passadas ao trabalhador;

Os procedimentos específicos de medição que foram realizados;

O registro do período efetivo de medição;

Os detalhes do processo de validação da medição;

A interpretação do resultado com os respectivos valores lidos nos instrumentos e seus limites de tolerância.

No relatório de avaliação do calor estão contidas as seguintes informações:

Informações gerais obtidas no local avaliado;

O instrumento utilizado para a avaliação e o respectivo número de série;

Os procedimentos realizados antes de operar o instrumento;

Todos os procedimentos de medição que foram realizados;

As informações que foram passadas ao trabalhador;

O registro do período efetivo de medição;

As informações das atividades desenvolvidas pelo trabalhador, com os respectivos valores de taxa metabólica, em Kcal/h, e o tempo parcial de cada atividade que foi executada;

O valor obtido de taxa metabólica média, IBUTG médio lido no instrumento e o IBUTG máximo admissível pelo limite de tolerância adotado;

Os detalhes do processo de validação da medição;

A interpretação do resultado com os respectivos valores lidos nos instrumentos e seus limites de tolerância.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu mostrar os resultados de um projeto no qual foi utilizado o software LabView 8.5 Professional, da National Instruments, para automatizar os procedimentos de avaliação de ruído e calor. É possível citar com vantagens do uso deste programa os seguintes pontos:

Proporciona a formatação da documentação comprobatória para auditoria de gestão de segurança do trabalho;

Possui foco em apresentar evidências para auditoria e evitar o retrabalho de refazer algumas medições, devido a omissões de algum item dos procedimentos de avaliação;

Fornecer documentação detalhada de todos os procedimentos de avaliação realizados durante a medição.

A agilidade proporcionada pelo programa na realização das medições de ruído e calor favorece que o profissional da área de segurança do trabalho não se desconcentre da abordagem dos locais e das condições de trabalho, permitindo que as avaliações sejam feitas de forma a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. M; REGAZZI, R. D. **Perícia e Avaliação de Ruído e Calor: Passo a Passo**, 1. Ed; (s.n), Rio de Janeiro, 1999.

FERRERO, A. **Software for personal instruments**. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, v. 39, n. 6, p. 860–863, dec. 1990.

FUNDACENTRO – Ministério do Trabalho e Emprego, **Normas de Higiene Ocupacional: Procedimento Técnico – Avaliação de Exposição Ocupacional ao Ruído – NHO 01**, 2001.

GOLDBERG, H. **What is virtual instrumentation?** IEE Instrumentation and Measurement Magazine, v.3, i.4, p. 10-13, dec. 2000.

KOGLER JUNIOR, J. E. **Instrumentação Virtual: PSI 2222 – prática em eletricidade e eletrônica**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

Manuais de Legislação Atlas, **Segurança e Medicina do Trabalho**, 62. Ed, Editora Atlas, São Paulo, 2008.

Norma de Higiene Ocupacional: Procedimento Técnico – Avaliação de Exposição Ocupacional ao Calor – NHO 06, 2002.

Oliveira C. A. D – **Segurança e Medicina do Trabalho – Guia de Prevenção de Riscos. E** – Yendis Editora Ltda, 2011

SALIBA, T. M. CORRÊA, M. A. C; **Insalubridade e Periculosidade: aspectos técnicos e práticos**, 9. Ed; Editora LTr; São Paulo, 2009.

SHERIQUE, J; **Aprenda como Fazer: PPRA, PGR, LTCAT**, 5. Ed; Editora LTr, São Paulo, 2007.