

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

EVERTON BALDASSO ZANON

NÍVEIS DE RUÍDOS EMITIDOS POR GUINDASTES

SÃO LEOPOLDO

2017

Everton Baldasso Zanon

NÍVEIS DE RUÍDOS EMITIDOS POR GUINDASTES

Artigo apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Juan Pablo Raggio Quintas

São Leopoldo

2017

NÍVEIS DE RUÍDOS EMITIDOS POR GUINDASTES

Everton Baldasso Zanon*

Prof. Dr. Juan Pablo Raggio Quintas **

Resumo: A avaliação dos níveis de ruídos ocupacionais visa prevenir a saúde do trabalhador, gerando dados para que possam ser definidas abordagens para a redução ou até eliminação do ruído, uma vez que quantifica o nível de pressão sonora presente no ambiente de trabalho. O objetivo deste trabalho é avaliar o nível de pressão sonora e o isolamento acústico da cabine de operação de guindastes. Para tanto, pretende-se analisar publicações nacionais e internacionais disponíveis em meio eletrônico e impresso no período de 1977 a 2016, resguardadas as publicações consideradas clássicas e imprescindíveis ao assunto estudado. Além disso, a interpretação e análise dos dados, por sua vez, foram realizadas através dos conteúdos pesquisados sobre o tema, além das normas vigentes. Conclui-se que por se tratar de um assunto de extrema importância, é essencial que a avaliação dos níveis de pressão sonora em ambientes de trabalho seja incorporada como medida de segurança nas empresas que trabalham com máquinas e/ou equipamentos que possam vir a gerar ruído.

Palavras-chave: Ruído, Guindastes, Pressão sonora.

1 INTRODUÇÃO

A exposição ao ruído, que é um agente físico emitido em grande parte por processos industriais, máquinas, ferramentas, motores e fones de ouvido, é considerada um grande agente nocivo à saúde, uma vez que está presente nos ambientes urbano e sociais, principalmente nos locais de trabalho e nas atividades de lazer, sendo a principal causa de perda auditiva relacionada ao trabalho. Além disso, a gravidade das lesões depende do tempo de exposição, da intensidade do ruído e da susceptibilidade do indivíduo, sendo que os efeitos ocasionados pelos altos níveis de potência sonora podem ir além do problema auditivo, gerando distúrbios emocionais, cardiovasculares, fadiga e estresse, uma vez que as alterações resultam em efeitos acumulativos e vão se estabelecendo com o tempo (VIEIRA, 1999; MION e col, 2009; ALVES e col, 2011).

Embora já seja do conhecimento que existam outros fatores que contribuam para a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), optou-se pela realização desse trabalho que

*Engenheiro Metalúrgico formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

**Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. pablo@ufrgs.br.

tem como objetivo avaliar o nível de pressão sonora e o isolamento acústico da cabine de operação de cada guindaste, a fim de aumentar o conforto do trabalhador e, com isso a produtividade.

Para tanto, pretende-se analisar publicações nacionais e internacionais disponíveis em meio eletrônico e impresso no período de 1977 a 2016, resguardadas as publicações consideradas clássicas e imprescindíveis ao assunto estudado. Além disso, a interpretação e análise dos dados, por sua vez, foi realizada através dos conteúdos pesquisados sobre o tema, além das normas vigentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definição de Som

De acordo com Saliba (2014), o som se origina através de uma vibração mecânica que se propaga no ar e atinge o ouvido, estimulando, dessa forma, o aparelho auditivo (vibração sonora). Dessa forma o som pode ser caracterizado como sendo qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas e, por outro lado, o barulho e/ou ruído é todo som considerado indesejável (sensação auditiva insalubre), que causam incômodo e problemas de saúde pública e, dependendo dos níveis, pode causar lesões auditivas irreversíveis no trabalhador, levando à surdez permanente. Além disso, para ser considerada sonora, a frequência da vibração deve estar dentro da faixa audível, a qual situa-se entre 16 Hz e 20.000 Hz (SILVEIRA e col, 2007; SALIBA, 2014).

Da mesma forma, Kroemer e colaboradores (2005) mencionam que o som é qualquer movimento mecânico repentino, que, por sua vez, ocasiona variações na pressão do ar, as quais são dissipadas na forma de ondas e, quando há uma frequência e intensidade regular, essas flutuações são sentidas pelo ouvido humano como som.

De acordo com a Norma ISO 2204 (1979), os ruídos podem ser classificados, em relação ao tempo, como: (a) contínuo, que é o ruído que apresenta variações de níveis de pressão sonora desprezíveis (± 3 dB) durante o período de observação (SILVEIRA e col, 2017). Segundo Saliba (2004), ruído contínuo é aquele cujo nível de pressão sonora varia 3,0 dB durante um período longo de observação (mais de 15 minutos); (b) não contínuo, que é o ruído cujo nível de pressão sonora varia, significativamente, durante o período de observação; (c) flutuante cujo nível de pressão sonora do ruído varia continuamente de

um valor apreciável, durante o período de observação; (d) intermitente, cujo nível de pressão sonora do ruído cai, rapidamente, ao nível do ambiente várias vezes durante o período de observação; (e) impacto ou impulsivo, apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, em intervalos superiores a um segundo. Este último, por sua vez, é considerado um dos tipos de ruído mais nocivos à audição, uma vez que as intensidades variam de 100 dB para o ruído de impacto e acima de 140 dB para o ruído de impulso (VIEIRA, 1999).

A intensidade do som é percebida de acordo com a altura do som a qual permite distinguir os sons graves dos agudos (TOSIN e col, 2009). Essa intensidade (nível de ruído) é medida através da utilização de equipamentos conhecidos, popularmente, como decibelímetros, os quais devem atender as normas internacionais de padronização. O nível de pressão sonora pode ser caracterizado, de acordo com sua precisão, como sendo do tipo 1, 2 ou 3, além de possuir circuitos de compensação “A”, “B”, “C” e “D”, ou “A” e “C”, ou somente “A” (SALIBA, 2004; ALVES e col, 2011).

Os níveis de ruído são avaliados através de um transdutor (microfone de precisão ou receptor), o qual permite a conversão da pressão sonora em um sinal elétrico, juntamente com filtros de ponderação, em relação ao tempo de aquisição, para resposta rápida, lenta, de impacto ou de pico, amplificadores de sinal de alta qualidade, retificadores, além de um sistema de detecção e um mostrador que indica o nível de ruído em dB. Normalmente esses medidores são unidades autônomas miniaturizadas, fáceis de transportar e usar (SILVEIRA e col, 2007).

Após alguns estudos envolvendo níveis de potência sonora em função do raio de afastamento, em derriçadoras mecânicas e pulverizadores portáteis motorizados, verificou-se que os níveis diminuía de intensidade à medida que se afastavam das máquinas avaliadas, porém, valores superiores aos recomendados eram encontrados dentro de um raio de 10m de distância, causando desconforto aos trabalhadores (MION e col, 2009; ALVES e col, 2011).

A variação de pressão, que é a diferença entre a pressão atmosférica na presença e na ausência do som em um mesmo ponto, deve possuir um valor mínimo para atingir o limiar de audibilidade que varia entre 2×10^{-5} N/m² (0 dB ou 200 µPa) e 200 N/m² (140 dB), sendo este último caracterizado como limiar da dor (TOSIN e col, 2009).

Cabe ressaltar que o decibel é a unidade física da pressão sonora e é medido em micropascal (µPa), porém, como o ouvido humano pode detectar sons até um milhão de

vezes mais altos que 200 μPa , surgiu o decibel (dB) que é uma escala logarítmica criada para facilitar a leitura e o entendimento da análise (TOSIN e col, 2009).

Nas faixas de 2.000 a 5.000 Hz, o ouvido humano é mais sensível ao ruído, sendo menos sensível nas frequências extremamente baixas e altas. Isso foi verificado no estudo de Webber e Fechner, realizado no século XIX, no qual mostrou-se que há uma relação proporcional entre o ruído e o estímulo, uma vez que quando ocorre um aumento da sensação ao som, existe um o aumento logarítmico, proporcional, do estímulo, ou seja, se uma sensação sonora “S” for provocada por 10 unidades de estímulo “E”, então 2 “S” pode ser provocada por 100 “E” (TOSIN e col, 2009).

2.2 Ruídos emitidos por veículos e indústrias

No final do século XIX os primeiros automóveis equipados com motor a explosão não foram bem aceitos pela população devido ao barulho que emitiam (FERNANDES, 1991).

De acordo com Fernandes (1991), Hammarfors & Kajland realizaram um estudo a fim de avaliar o ruído emitido por veículos. Para isso, 60 veículos foram analisados (carros, ônibus, caminhões e tratores) através de diversas metodologias e, como resultado pode-se verificar a necessidade de um critério comum de medidas, além da fixação dos parâmetros medidos (curvas A, B ou C; resposta lenta ou rápida) (FERNANDES, 1991).

Ainda, com a Revolução Industrial houve o desenvolvimento da indústria a qual apresentava máquinas para a realização dos processos que, por várias vezes, emitiam muito barulho, sendo que pesquisas mostraram que a exposição ao ruído em obras atinge níveis sonoros de 75 a 113 dB(A) nos pontos de operação das máquinas e níveis de ruído entre 65 e 91 dB(A), em ambientes de trabalho (SILVEIRA e col, 2007).

Sendo assim, a Portaria nº. 3.214 datada de 08 de junho de 1978 (BRASIL, 1978), aprovou várias Normas Regulamentadoras referentes ao Ministério do Trabalho, sendo que quatro delas fazem menção à questão do ruído no ambiente de trabalho:

- A NR 6 diz que os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”, nesse item inclui-se os protetores auriculares que devem ser utilizados pelos trabalhadores.
- A NR 7, por sua vez, “estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como

empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores”, ou seja, ela menciona a obrigatoriedade do exame médico, incluindo recomendações para a realização de exames audiométricos.

- A NR 9 estabelece o ruído como um dos agentes físicos a serem monitorados e terem a determinação e localização das possíveis fontes geradoras, trajetórias e dos meios de propagação, possíveis danos à saúde e medidas de controle existentes evidenciados.

- A NR 15 menciona as atividades e operações insalubres, levando em consideração, dentre outros quesitos, os limites relativos à exposição ao ruído. Ainda, de acordo com o Anexo 1 dessa norma, “entende-se como ruído contínuo ou intermitente, para fins de aplicação de Limite de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto”. Dessa forma, a Tabela 1 apresenta o tempo diário máximo permitido para cada nível de pressão sonora, considerando como prejudicial, a exposição máxima de 8 horas diárias com um ruído de 85 dB(A). Ela estabelece, ainda que não é permitida a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A), para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos (BRASIL, 1978).

Tabela 1 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível	Nível de Ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas	98	1 hora e 15 minutos
86	7 horas	100	1 hora
87	6 horas	102	45 minutos
88	5 horas	104	35 minutos
89	4 horas e 30 minutos	105	30 minutos
90	4 horas	106	25 minutos
91	3 horas e 30 minutos	108	20 minutos
92	3 horas	110	15 minutos
93	2 horas e 40 minutos	112	10 minutos
94	2 horas e 15 minutos	114	8 minutos
95	2 horas	115	7 minutos
96	1 hora e 45 minutos	-	-

Fonte: NR-15, Anexo I (BRASIL, 1978).

Além disso, de acordo com a Norma Regulamentadora 17 (NR-17), os níveis de ruído devem ser medidos nos postos de trabalho, próximo à altura da zona auditiva do trabalhador e, segundo o item 6, presente no Anexo I da NR-15, se houver, durante o turno de trabalho, dois ou mais períodos de exposição a diferentes níveis de ruído, ambos devem ser considerados, ou seja, deve-se levar em consideração o efeito combinado. Esse cálculo pode ser realizado, através da equação abaixo, onde C_n indica o tempo total em

que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico e T_n indica a máxima exposição diária permissível a este nível (BRASIL, 1978).

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

Além disso, essa equação permite a soma das frações e, caso o valor final exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância (BRASIL, 1978).

Segundo Silveira e colaboradores (2007), o ruído começa a causar desconforto acústico acima dos 75 dB(A), uma vez que a comunicação fica prejudicada, fazendo com que ocorra distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB(A), por sua vez, pode ocorrer perda de audição em pessoas que sejam mais sensíveis, sendo que isso se generaliza para níveis de ruído acima de 85 dB(A).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui algumas normas sobre a medição da intensidade de ruído em máquinas agrícolas, dentre as quais podemos citar a NBR- 9999 (ABNT, 1987) e a NBR 10400 (ABNT, 1988). Além disso, a Norma NB 95 (ABNT, 1987) estabelece os níveis máximos de ruído que permitem o mínimo de conforto aos ocupantes de um ambiente, os quais são inferiores aos recomendados por muitos países, conforme a Tabela 2 (SILVEIRA e col, 2007).

Tabela 2 - Limite de exposição ocupacional ao ruído, conforme as normas nacionais de diversos países

País	Nível de ruído (dBA)	Tempo de exposição (h)*	Nível máximo (dBA)	Nível de ruído de impacto (dB)
Alemanha	90	8	-	-
Japão	90	8	-	-
França	90	40	-	-
Bélgica	90	40	110	140
Inglaterra	90	8	135	150
Itália	90	8	115	140
Dinamarca	90	40	115	-
Suécia	85	40	115	-
USA – OSHA	90	8	115	140
USA – NIOSH	85	8	-	-
Canadá	90	8	115	140
Austrália	90	8	115	-
Holanda	80	8	-	-
Brasil	85	8	115	130

* Tempo de exposição diária ou semanal.

OSHA: "Occupational Safety and Health Administration".

NIOSH: "National Institute for Occupational Safety and Health".

Fonte: (SILVEIRA e col, 2007).

* Na França, Bélgica, Dinamarca e Suécia a jornada considerada para estabelecer a dose máxima permissível é semanal.

2.3 Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR)

A deficiência auditiva ocupa o terceiro lugar entre todas as deficiências do Brasil, sendo que, de acordo com a pesquisa nacional de saúde (PNS) realizada em 2013 pelo IBGE, estimou-se que 1,1% da população brasileira possuía deficiência auditiva, a qual foi caracterizada como sendo surdez nos dois ouvidos, surdez em um ouvido e audição reduzida no outro, ou ainda audição reduzida de ambos os ouvidos. Ainda, os dados disponibilizados mostram que na população total, 0,9% adquiriu a deficiência como resultado de uma doença ou acidente e 0,2% já apresentava desde o nascimento. Interessante notar que a proporção de quem adquiriu a deficiência por doença ou acidente foi menor na Região Norte (0,6%) e maior na Região Sul (1,3%), acometendo pessoas de 60 anos ou mais de idade (5,0%), brancos (1,2%) e pessoas sem instrução ou com fundamental incompleto (1,6%) (TOSIN e col, 2009; IBGE, 2015).

Há cerca de 10 anos, a PAIR é considerada a doença ocupacional mais registrada na Itália, registrando cerca de 53,7% das doenças relacionadas ao trabalho, na qual o ruído é um agente físico insalubre presente em mais de 90% das atividades laborativas existentes (TOSIN e col, 2009).

Segundo Tosin e colaboradores (2009), a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é um dos problemas de saúde relacionado ao trabalho mais frequente em todo mundo e de acordo com a OSHA (Occupational Safety and Health Administration), estima-se que 17% dos trabalhadores de produção no setor industrial dos Estados Unidos apresentam, no mínimo, algum dano auditivo leve.

O Ministério da Saúde do Brasil, de acordo com a Portaria nº 1.339, de 18 de novembro de 1999, apresenta uma lista citando várias doenças auditivas que estão relacionadas ao trabalho, tais como: otite média não-supurativa (barotrauma do ouvido médio), perfuração da membrana do tímpano, outras vertigens periféricas, labirintite, hipoacusia ototóxica, dentre outras, porém, nesse trabalho, iremos abordar a perda da audição provocada pelo ruído e trauma acústico (BRASIL, 1999). Além disso, as diretrizes e os parâmetros para a avaliação e para o acompanhamento da audição dos trabalhadores estão estabelecidos na Portaria/MTE n.º 19/1998, que alterou o Quadro II da NR 7, do PCMSO (BRASIL, 1999).

A perda auditiva induzida por ruído (PAIR) relacionada ao trabalho é caracterizada por uma diminuição gradual da capacidade auditiva devido à exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora e, sua evolução clínica pode ser

classificada de acordo com o grau de perda auditiva, através da média de 500Hz, 1KHz e 2KHz, sendo que as frequências entre 0 a 25dB (NA) (nível de audição) são consideradas normais; as frequências de 26 a 40dB, grau leve; de 41 a 70dB, grau moderado; de 71 a 90dB, grau severo e, maior que 91dB, como grau profundo. A PAIR apresenta um início insidioso, podendo ocorrer zumbido, perda auditiva, dificuldade de compreensão e fala, intolerância a sons intensos, sensação de audição “abafada”, cefaleia, tontura, irritabilidade, problemas digestivos, entre outros (BRASIL, 2006; SIQUEIRA e col, 2007).

2.4 Trauma Acústico Causado por Fator Ambiental

Um dos fatores de risco para a PAIR é o trauma acústico causado por fator ambiental, causado por sons de baixa duração (explosões, estampidos de arma de fogo...) no qual a exposição ao ruído torna-se fator de risco da perda auditiva ocupacional se o nível de pressão sonora e o tempo de exposição ultrapassarem certos limites, os quais são estabelecidos pela NR 15 da Portaria/MTb n.º 3.214/1978 (BRASIL, 1978; TOSIN e col, 2009).

Sendo assim, normalmente, tolera-se a exposição a ruído contínuo ou intermitente por, no máximo, oito horas diárias, com média ponderada no tempo de 85 dB ou uma dose equivalente. Por outro lado, quando há exposição a níveis elevados de pressão sonora de impacto, o limite, por sua vez, é de 120 dB (C) ou 130 dB (L) (BRASIL, 1999).

Segundo Silveira e colaboradores (2007), a *National Institute for Occupational Safety and Health* que é um Instituto responsável pela pesquisa de saúde ocupacional, além da divulgação dos limites de tolerância para agentes ambientais nos Estados Unidos, estabeleceu critérios para avaliação de riscos auditivos. Da mesma forma, a *Occupational Safety and Health Administration* (Osha), que é um órgão fiscalizador das condições de higiene e segurança do trabalho, criou normas diferenciadas de cálculo de exposição ao ruído para as indústrias em geral e para Construção Civil, mineração, perfuração de poços e outros, apresentando incremento de duplicação de dose e limites de exposição diferentes.

A perda auditiva é detectada através do exame de audiometria, o qual analisa os limiares auditivos em várias frequências (TOSIN e col, 2009). De acordo com a Portaria n.º 1.339/GM, de 18 de novembro de 1999, a redução da audição é avaliada pela média

aritmética dos valores, em decibéis, em cada ouvido, encontrados nas frequências de 500, 1.000, 2.000 e 3.000 Hertz, onde (a) Audição normal: até 25 decibels; (b) Redução em grau mínimo: 26 a 40 decibels; (c) Redução em grau médio: 41 a 70 decibels; (d) Redução em grau máximo: 71 a 90 decibels e (e) Perda da audição: mais de 90 decibels.

2.4.1 Prevenção da PAIR

A prevenção da PAIR baseia-se na vigilância dos ambientes, das condições de trabalho e da saúde dos trabalhadores expostos. O cuidado referente ao controle do ruído deve ser realizado na fase inicial do projeto das instalações nas unidades produtivas, uma vez que é nessa etapa onde os equipamentos e o layout das instalações são escolhidos. Para tanto, é necessário realizar várias ações, dentre elas, a avaliação dos níveis de exposição a ruído, medidas de proteção auditivas coletivas e individuais (EPIs), monitoramento ambiental, médico e audiométrico, além da educação continuada aos trabalhadores. Outra preocupação que precisa ser considerada é o controle da exposição sobre a fonte emissora ou na trajetória de propagação do ruído, que pode ser feito através do isolamento de setores de trabalho, colocação de barreiras e anteparos, organização do trabalho a fim de permitir a diminuição do número de trabalhadores expostos, além do tempo de exposição (BRASIL, 1999).

O controle da fonte é feito mais eficientemente pelo fabricante do equipamento, cabendo ao consumidor final seguir as suas recomendações de instalação para uma melhor eficiência (TOSIN e col, 2009), além disso, o exame médico precisa estar de acordo com as diretrizes e parâmetros estabelecidos para avaliação e acompanhamento da audição de trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados, conforme consta na Portaria/MTb n.º 19/1998 (BRASIL, 1999).

O engenheiro de segurança também é responsável por manter a segurança dos trabalhadores, através da realização da avaliação das máquinas, dos métodos utilizados, do ambiente de trabalho (levantamento periódico dos níveis de pressão sonora) e do cuidado com as medidas de proteção coletivas, a fim de diminuir o nível de exposição aos ruídos (VIEIRA, 1999).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste artigo foi utilizada uma das normas vigentes no país, a NR 15 - Anexo 1 da Portaria 3.214 de 1978 (BRASIL, 1978).

As medições foram realizadas através da utilização de um dosímetro da marca INSTRUTHERM, modelo DOS-600, configurado para atender à NR-15, com uma faixa de medição de 70 a 140 dB, fator de dobra 5, ponderação de tempo “S” (slow) e ponderação de frequência “A”. Todas as análises foram realizadas em local aberto, sem interferências para a propagação do som e distante de outras fontes geradoras de ruído que poderiam afetar os resultados.

O microfone do dosímetro foi instalado na altura do ouvido do operador, no assento do motorista, sendo o cabo esticado para fora da cabine, longe do microfone, para que não houvesse qualquer tipo de interferência durante a medição. Para as medições com a cabine fechada, o equipamento foi deixado dentro da cabine apoiado no parabrisas para que fosse possível realizar a leitura do lado de fora.

A coleta de dados foi realizada através de 60 medidas por análise, sendo as coletas realizadas a cada 5s (12 pontos por minuto) durante 5 minutos. Para o cálculo do L_{Aeq} , foi utilizada a fórmula do anexo A da norma NBR 10151, conforme apresentado a seguir:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Para as análises, foram escolhidos três guindastes com capacidade de carga diferente, devido ao fato de não haver disponibilidade de máquinas de mesma capacidade para os ensaios do presente trabalho (Figura 1, 2 e 3).

Os motores dos equipamentos utilizados foram: Liebherr 4 cilindros, 180KW, de fabricação alemã (guindaste Liebherr LTM 1220-5.2); Cummins DCEC ISLE375.30, 6 cilindros, 275KW, de fabricação chinesa (guindaste Sany STC 800) e marca Mercedes-Benz OM 904 LA, 4 cilindros, 110HP de fabricação americana (guindaste Grove GMK 4100L). Vale a pena ressaltar que o equipamento alemão e o americano possuem dois motores, um mais potente para o chassi e outro mais fraco para o guindaste em si. Para este trabalho, foi analisado apenas o motor do guindaste, visto que o motor do chassi permanece desligado durante a operação.

Figura 1 - Equipamento e especificações do guindaste marca Liebherr LTM 1220-5.2



Guindaste móvel sobre pneus Liebherr LTM 1220-5.2

Dados técnicos	
Capacidade máxima de carga no alcance	220 t num raio de 3 m
Lança telescópica	13,3 m - 60 m
Jib treliçado	12,2 m - 43 m
Motor do veículo / potência	Liebherr, 6-cilindros-Turbo-Diesel, 370 kW
Motor do guindaste / potência	Liebherr, 4-cilindros-Turbo-Diesel, 180 kW
Acionamento/direção	10 x 8 x 10
Velocidade de trânsito	60 km/h
Peso operacional	60 t
Contrapeso total	74 t

Fonte: http://www.liebherr.com.br/AT/pt-PT/products_br-at.wfw/id-8001-0/measure-metric.

Figura 2 - Equipamento e especificações do guindaste marca Sany



General data of Cummins ISLe375-30 Diesel Engine	
Engine Model	Cummins ISLe375-30
Engine Type	4 stroke, 6 cylinder in line
Displacement	8.9 L
Bore&Stroke	114*144.5 mm
Rated Output	275KW/375HP @ 2100 RPM
Max Torque/Speed	1550N.m @ 1100-1400 RPM
Torque/Rated speed	1250N.m @ 2100 RPM
Coolant Capacity engine only	11.1 L

Fonte: <http://www.cumminsengine.net/cummins-isle375-30.html>.

Figura 3 - Equipamento e especificações do guindaste marca Grove



	Marca	MERCEDES-BENZ
	Serie	BB 900
	Modelo	OM 904 LA
	Unidade	
Combustível	-	Diesel
Aspiração	-	turboaftercooler
Sistema de injeção	-	Direto/Eletrônico
Alimentação	-	Unit Pump
Pressão de injeção	bar	n.i
Cilindros/disposição	-	4 em linha
Cilindrada total	cm ³	4249
Diâmetro X Curso	mm	102 x 130
Válvulas por cilindro	-	3
Taxa de compressão	-	18:01
Potência máxima	Kw	110
	cv	150
Rotação de Potência máxima	rpm	2200 - 2300
Torque máximo	Nm	580
	kgf.m	55
Rotação de Torque máximo	rpm	1200 - 1600
Faixa econômica	rpm	n.i
Norma de emissões/ruídos	Procurar	P-5/Euro III
Peso seco	kg	480
Altura	mm	900
Comprimento	mm	1000
Largura	mm	650
Capac. Sistema de Arref.	litro	n.i
Capacidade do Carter (s/filtro)	litro	n.i

Fonte: [file:///C:/Users/hp_pc/Downloads/Mercedes%20Benz%20Motores%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp_pc/Downloads/Mercedes%20Benz%20Motores%20(1).pdf);
<http://constructionscalemodels.com/en/grove-gmk41001-grove-yellow-towsleys-tos003>.

A coleta de dados foi realizada através da medição instantânea, considerando 12 pontos por minuto durante 5 minutos, ou seja, realizaram-se 60 medidas por ponto. Os pontos escolhidos neste trabalho foram as cabines das máquinas, inicialmente abertas (1º ponto) e posteriormente fechadas (2º ponto), totalizando, dessa forma, 6 pontos de medição para cada uma das 3 máquinas. Estes dados, por sua vez, foram aplicados na fórmula para o cálculo do L_{eq} , conforme anexo A da NBR 10151 (ABNT, 1987).

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos neste trabalho encontram-se nas Tabelas 3, 4 e 5, cada uma apresentando a média com a cabine aberta e com a cabine fechada, bem como o percentual de atenuação do ruído após a análise dos resultados conforme metodologia definida previamente.

Tabela 3 - Equipamento e especificações do guindaste marca Liebherr

Data:	27/06/2017													
Equipamento:	Liebherr 220T													
Operador:	Lucas													
												Média:	64,6 dB(A)	
MEDIÇÃO														
COM CABINE ABERTA														
	05"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"		
1'	65,2	65,7	63,0	63,4	64,0	63,8	64,1	63,9	64,0	64,5	64,7	64,6		
2'	64,6	64,5	64,7	64,9	64,7	64,8	64,7	64,6	64,8	65,1	65,0	64,7		
3'	64,8	64,7	64,8	64,8	64,7	64,7	64,8	64,5	64,7	64,4	64,8	64,7		
4'	64,8	64,5	64,7	64,7	64,4	64,5	64,7	64,6	64,6	64,7	64,5	64,5		
5'	64,8	64,6	64,9	64,9	64,6	64,7	64,4	65,1	64,6	64,7	64,8	64,8		

Mínimo:	63,0		
Máximo:	65,7		
Valores	Qt	Valores	Qt
65,2	1	64,5	7
65,7	1	64,7	16
63,0	1	64,6	8
63,4	1	64,9	3
64,0	2	64,8	11
63,8	1	65,1	2
64,1	1	65,0	1
63,9	1	64,4	3

												Média:	61,9 dB(A)	
MEDIÇÃO														
COM CABINE FECHADA														
	05"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"		
1'	61,7	60,9	60,8	60,9	61,1	61,2	61,4	61,5	61,2	61,0	61,2	61,1		
2'	61,3	61,1	61,4	61,2	61,1	61,2	61,1	61,4	61,4	61,2	61,1	61,1		
3'	61,2	61,0	61,2	61,1	61,2	61,0	61,1	61,2	61,0	61,1	61,0	61,3		
4'	61,0	60,8	60,9	60,8	61,0	60,8	61,0	60,9	61,0	61,1	61,1	61,0		
5'	60,8	61,0	61,1	60,8	61,2	60,9	60,8	60,8	60,9	61,0	60,9	61,0		

Mínimo:	60,8		
Máximo:	61,7		
Valores	Qt	Valores	Qt
60,9	7	61,4	4
61,1	13	61,5	1
61,0	13		0
60,8	8		0
61,0	13		0
61,7	1		0
61,3	2		0
61,2	11		0

Fator de Atenuação da Cabine:	2,7 dB(A)
Percentual de atenuação:	54%

Observações:

Medição efetuada com o equipamento a 1200 RPM, com a lança no berço.
 Condições climáticas: Tempo seco, vento calmo.
 Horário da medição: Entre as 13:30 e as 14:00.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Equipamento e especificações do guindaste marca Sany

Data:	05/07/2017													
Equipamento:	Sany 80T													
Operador:	Rogério													
												Média:	81,45	dB(A)
MEDIÇÃO														
COM CABINE ABERTA														
	05"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"		
1'	80,9	81,2	80,9	81,0	81,2	81,4	81,0	81,2	81,4	82,0	81,2	81,4		
2'	82,0	81,7	81,5	82,0	81,0	81,2	81,0	81,7	81,2	81,0	81,2	81,5		
3'	81,2	81,7	81,3	82,2	81,7	81,4	81,7	82,0	82,2	81,7	80,9	81,0		
4'	82,3	81,2	80,9	81,0	81,2	81,2	82,0	81,4	81,0	82,3	82,0	81,7		
5'	81,3	81,4	82,3	81,7	81,4	81,7	81,4	81,0	81,2	81,0	81,4	81,0		

Mínimo:	80,9		
Máximo:	82,3		
Valores	Qt	Valores	Qt
80,9	4	82,2	2
81,0	11	82,3	3
81,2	12		0
81,3	2		0
81,4	9		0
81,5	2		0
81,7	9		0
82,0	6		0

												Média:	79,86	dB(A)
MEDIÇÃO														
COM CABINE FECHADA														
	05"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"		
1'	79,0	79,5	79,0	79,6	80,2	79,7	79,0	79,5	79,7	79,5	79,6	79,7		
2'	79,8	79,7	80,2	79,7	79,5	80,2	80,5	79,7	79,0	79,5	80,2	79,7		
3'	80,5	79,0	79,7	80,2	79,8	79,0	79,5	80,2	79,8	79,6	79,7	80,2		
4'	79,7	80,2	80,5	80,9	80,5	80,0	79,7	80,2	80,0	79,7	79,0	79,5		
5'	80,2	80,5	80,9	79,0	79,7	80,5	79,8	79,7	80,2	79,0	80,9	80,5		

Mínimo:	79,0		
Máximo:	80,9		
Valores	Qt	Valores	Qt
79,0	9	80,9	3
79,5	7		0
79,6	3		0
79,7	14		0
79,8	4		0
80,0	2		0
80,2	11		0
80,5	7		0

Fator de Atenuação da Cabine:	1,6 dB(A)
Percentual de atenuação:	32%

Observações:	<p style="text-align: center;">Medição efetuada com o equipamento a 1200 RPM, com a carga suspensa. Condições climáticas: Tempo bom, vento mediano. Horário da medição: Entre as 16:30 e as 17:00.</p>
--------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Equipamento e especificações do guindaste marca Grove

Data:	19/06/2017												
Equipamento:	Grove 100T												
Operador:	Lucas						Média:	74,0 dB(A)					
MEDIÇÃO													
COM CABINE ABERTA													
	05"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"	
1'	72,7	72,8	72,9	73,0	72,9	73,0	73,8	73,1	73,0	73,0	73,2	73,0	
2'	73,0	72,8	72,8	73,0	73,1	73,0	73,0	73,1	73,0	73,1	73,0	73,1	
3'	73,3	73,0	73,4	77,4	82,9	73,4	73,2	73,7	76,6	73,9	74,8	73,6	
4'	73,5	73,0	73,1	73,3	73,4	73,2	73,1	73,2	73,2	73,4	73,4	74,0	
5'	74,0	73,6	73,0	73,4	74,0	73,4	73,2	73,9	74,0	73,2	74,0	74,2	

Mínimo:	72,7				
Máximo:	82,9				
Valores	Qt	Valores	Qt	Valores	Qt
72,7	1	73,5	1	76,6	1
72,8	3	73,6	2	77,4	1
72,9	2	73,7	1	82,9	1
73,0	14	73,8	1		
73,1	7	73,9	2		
73,2	7	74,0	5		
73,3	2	74,2	1		
73,4	7	74,8	1		

												Média:	71,6	dB(A)
MEDIÇÃO														
COM CABINE FECHADA														
	05"	10"	15"	20"	25"	30"	35"	40"	45"	50"	55"	60"		
1'	70,6	70,1	69,5	69,5	69,9	69,9	69,6	69,4	69,7	69,8	71,3	76,1		
2'	71,1	70,0	71,2	74,7	69,8	76,1	74,0	72,0	72,3	70,2	72,0	70,7		
3'	70,4	70,4	70,3	69,9	74,5	71,0	75,0	73,6	70,8	71,7	70,5	72,1		
4'	72,3	71,4	71,5	71,6	73,5	74,8	73,8	73,2	73,6	70,6	69,8	70,1		
5'	70,0	68,8	68,7	69,0	70,4	70,4	70,2	70,0	68,9	69,4	69,8	68,4		

Valores	Qt	Valores	Qt	Valores	Qt
68,4	1	69,7	1	70,5	1
68,7	1	69,8	4	70,6	2
68,8	1	69,9	3	70,7	1
68,9	1	70,0	3	70,8	1
69,0	1	70,1	2	71,0	1
69,4	2	70,2	2	71,1	1
69,5	2	70,3	1	71,2	1
69,6	1	70,4	4	71,3	1
71,4	1	72,1	1	74,0	1
71,5	1	72,3	2	74,5	1
71,6	1	73,2	1	74,7	1
71,7	1	73,5	1	74,8	1
72,0	2	73,6	2	75,0	1
		73,8	1	76,1	2

Fator de Atenuação da Cabine:	2,4 dB(A)
Percentual de atenuação:	48%
Mínimo:	68,4
Máximo:	76,1

Observações:

Medição efetuada com o equipamento a 1200 RPM, com a lança no berço.
 Condições climáticas: Tempo seco, vento calmo.
 Horário da medição: Entre as 15:30 e as 16:30.

RESUMO DE RESULTADOS						
	Cabine Aberta (Valor Máx.)	Cabine Aberta (Valor Mín.)	Média	Cabine Fechada (Valor Máx.)	Cabine Fechada (Valor Mín.)	Média
Sany 80t	82,3 dB(A)	80,9 dB(A)	81,45 dB(A)	80,8 dB(A)	79,0 dB(A)	79,86 dB(A)
Grove 100t	84,0 dB(A)	71,8 dB(A)	78,2 dB(A)	76,0 dB(A)	70,5 dB(A)	73,5 dB(A)
Liebherr 220t	65,7 dB(A)	63,0 dB(A)	64,6 dB(A)	61,6 dB(A)	60,8 dB(A)	61,9 dB(A)

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 DISCUSSÃO

Fernandes (1993) realizou um levantamento estatístico sobre o nível de ruído em operações agrícolas com tratores. Segundo o autor, o aumento no porte das máquinas agrícolas, não teve a devida correspondência nas condições de segurança do operador, podendo-se afirmar que hoje, o tratorista é um dos profissionais mais expostos a fatores insalubres (TOSIN e col, 2009).

Os principais riscos na atividade são: sol, chuva, frio, poeira, gases de combustão, ruído, deriva de defensivos agrícolas, vibrações, calor gerado pelo motor, etc. Com relação ao ruído, é sabido desde a década de 1930, que os tratores são emissores de altos níveis de ruído. Conclui-se que os tratores apresentam níveis de ruído acima dos limites estabelecidos pela norma NBR 10.152, entre 87,17 e 102,17 dB(A) e acima dos 85 dB(A) para 8 horas diárias de trabalho estabelecidos pela NR-15; que as atividades com maiores níveis de ruído foram a roçagem e a colheita de milho, em função do implemento, e a subsolagem e a aração, em função do ruído do motor; os ruídos foram maiores para as marchas que proporcionam maiores velocidades, para rotações mais altas do motor e para operações em solo seco; os ruídos acima dos valores permitidos pela legislação brasileira fazem com que as atividades se tornem insalubres (TOSIN e col, 2009).

O estudo concluiu que o sistema trator implemento emitiu níveis de ruído acima do limite de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas diárias, variando entre 92,9 a 96,8 dB(A) (TOSIN e col, 2009).

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se inferir que para guindastes o comportamento é diferente, pois mesmo com equipamentos de maior capacidade, os

níveis de ruído emitidos são inferiores ao limite estabelecido pela NR-15 para uma carga de trabalho de 8h diárias (BRASIL, 1978).

Todas as cabines apresentaram uma ótima capacidade de atenuação do ruído, provendo ao funcionário o conforto acústico necessário para o bom desempenho de sua função e, principalmente, necessário para uma melhor qualidade de vida.

Também acerca dos resultados obtidos, pode-se concluir que diferentes marcas de equipamentos, possuem diferentes emissões e controles de emissão de ruídos. A marca Liebherr, por seguir padrões europeus, apresentou uma emissão de ruído inferior ao emitido pela Grove, a qual segue padrões americanos, que por sua vez apresentou uma emissão inferior ao emitido pela Sany, máquina de menor capacidade que segue as normas chinesas, as quais são menos conservadoras dentre todas.

6 CONCLUSÃO

A exposição a níveis elevados de pressão sonora constitui um problema relevante na saúde dos trabalhadores e, por se tratar de um assunto de extrema importância, é essencial que a análise desses níveis seja incorporada como medida de segurança nas empresas que trabalham com equipamentos que podem vir a causar tal problema, uma vez que, muitas vezes, os efeitos não são imediatos, sendo que quando aparecem estão em fase tardia.

Essa análise permitiria o acompanhamento periódico e a rápida intervenção, caso seja necessária, possibilitando a implementação de medidas preventivas. Além disso, isso auxiliaria na identificação de atividades realizadas dentro das empresas nas quais os trabalhadores estão expostos a altos níveis de ruídos. Nesse caso, a ergonomia visa além da redução de doenças ocupacionais, o cansaço do trabalhador, a possibilidade de erros, os acidentes e ausências no trabalho, assim como dos custos operacionais.

A análise deste trabalho foi focada apenas na emissão de ruído, porém fica clara a importância das normas regulamentadoras e o seu nível de exigência. Caso outras análises forem realizadas, possivelmente o comportamento das máquinas será similar, atestando que quanto maior o nível de exigência das normas, maior é a tecnologia aplicada e, com isso, maior a segurança dos trabalhadores expostos a estas condições de trabalho.

Dessa forma, a prevenção é uma estratégia que deve ser adotada, além de medidas que visam à melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores, visando reduzir ao máximo as intensidades de pressão sonora nos ambientes de trabalho. Orientação

sobre a PAIR e sobre uso de EPI, bem como o seu fornecimento também são iniciativas muito importantes para serem incorporadas na rotina das empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 10151**. Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade, 1987

ALVES, A. D. S.; COSTA, F. R. L.; CORTEZ, J. W.; DANTAS, A. C. S.; NAGAHAMA, H. J. **Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas**. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 110-119, jan./mar. 2011

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. **Portaria nº. 3.214**, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em: <http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Portaria-3214-de-08-06-1978.pdf>. Acesso em 19 de Maio de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. **Lista de doenças relacionadas ao trabalho : Portaria n.º 1.339/GM**, de 18 de novembro de 1999. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1999/prt1339_18_11_1999.html. Acesso em: 19 de Maio de 2017

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. **Perda Auditiva Induzida por Ruído (Pair)**, Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2006. 40 p.

FERNANDES, J. C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador**. Tese (Doutor em Agronomia, Área de Concentração Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 193p., 1991

IBGE. **Pesquisa nacional de saúde: 2013: ciclos de vida: Brasil e grandes regiões / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento**. - Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 92 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>. Acesso em: 19 de Maio de 2017

MION, R. L.; VILIOTTI, C. A.; DANTAS, M. J. F.; NASCIMENTO, E. M. S. **Avaliação dos níveis de ruído de um conjunto mecanizado trator e semeadora adubadora pneumática**. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.17, n.2, p.87-92, 2009

FUNDACENTRO. Ministério do Trabalho e Emprego - **Norma de Higiene Ocupacional NHO 01** (Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído), 2001. 40p.

SALIBA, T. M. Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído: PPRA. 8ª Ed. LTr. São Paulo. 2014. 137p.

SILVEIRA, J. C. M.; FERNANDES, H. C. **Níveis de ruído em função do raio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola.**

Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.15, n.1, p.66-74, Jan/Mar, 2007

SIQUEIRA, E. S. C.; CERVI, J. A. **Perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores de empresa metalúrgica.** Especialização em Enfermagem do Trabalho – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 14p., 2007

TOSIN, R. C.; LANÇAS, K. P.; ARAUJO, J. A. B. **Avaliação do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas.** *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, vol. 24, n.4, p.108-118, 2009

VIEIRA, I. L. **Audiologia Clínica – Ruído e Perda.** Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Recife, 1999, 36p.