



# **Avaliação e simulação, via *software* I-SIMPA, de risco físico do tipo ruído, em canteiro de obras industrial localizado no município de Aparecida de Goiânia – GO.**

## ***Evaluation and modeling, via software I-SIMPA, of physical risk noise type, at industrial construction site located in the city of Aparecida de Goiania – GO.***

Fernandes, J. M.<sup>1</sup>

*Graduando, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil*

Freitas, M. V. M.<sup>2</sup>

*Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil*

<sup>1</sup> [joaomessias16@hotmail.com](mailto:joaomessias16@hotmail.com); <sup>2</sup> [marcusv@pucgoias.edu.br](mailto:marcusv@pucgoias.edu.br);

**RESUMO:** A indústria da Construção Civil é um dos mercados de maior representatividade da economia no Brasil e no mundo. Esse tipo de serviço abrange e exerce um papel bastante complexo na sociedade. O dinamismo das diversas atividades relacionadas à Construção Civil implica em uma infinidade de possibilidades de desenvolvimento de doenças do trabalho e/ou sinistros que podem ser letais. A gestão da segurança e saúde ocupacional compõe aspecto fundamental para a ausência de ocorrência de acidentes graves ou fatais, principalmente no que tange a canteiros de obras. Um grande óbice, que vem se agravando, é a poluição sonora neste tipo de ambiente. O ruído, antes desconforto, agora assume papel de problema de saúde. Sendo assim, o objeto desse estudo é um canteiro de obras industrial, localizado no município de Aparecida de Goiânia – GO, e foram analisados três pontos estratégicos no sítio em questão para posterior avaliação e modelagem, via programa de engenharia acústica I-SIMPA, das possíveis adversidades acústicas encontradas bem como a proposição de mitigação das mesmas.

*Palavras-chaves: Poluição Sonora, Modelagem de Sistemas, Saúde Laboral, Canteiro de Obras.*

**ABSTRACT:** The Civil Construction industry is one of the most representative markets for the economy in Brazil and in the world. This type of service encompasses and plays a very complex role in the society. The dynamism of the various activities related to Civil Construction implies a large number of possibilities for the development of occupational diseases and/or accidents that can be lethal. The management of occupational health and safety is a fundamental aspect for the absence of serious or fatal accidents, especially with regard to construction sites. A major obstacle, which is getting worse, is the noise pollution in this type of environment. Noise, which used to be just uncomfortable, now assumes a role of a health problem. Therefore, the object of this study is an industrial construction site, located in the city of Aparecida de Goiania – GO, and three strategic points were analyzed, on the referred site, for further evaluation and modeling, via I-SIMPA acoustic engineering software, of the possible acoustic diversities encountered as well as their mitigation proposition.

*Keywords: Noise Pollution, System Modeling, Occupational Health, Construction Site.*

**Área de Concentração:** 01 – Construção Civil,

## 1.INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil caracteriza-se por várias especificidades que se apresentam em disposição ativa e sinuosa e impactam outros diversos âmbitos sociais. Com o surgimento e melhoria de mecanismos inovadores no campo da Engenharia tem-se observado o aperfeiçoamento de materiais, técnicas de execução e métodos de gestão que culminam no progresso do referido setor. O aprimoramento constante, especialmente dos métodos de gestão, implicam em normas e padronizações para as múltiplas atividades desenvolvidas nessa esfera. Atualmente, dado ao crescente número de acidentes, graves ou letais, doenças do trabalho e doenças ocupacionais na construção civil, paulatinamente mais se mostra a necessidade da segurança do trabalho e saúde laboral nesse tipo de ambiente. O Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT) informa que de 2018 a 2020 ocorreram cerca de 72.386 acidentes do trabalho relativos à construção civil. Este rol compreende acidentes típicos, acidentes de trajeto, doenças do trabalho e acidentes sem Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) registrada. Na região Centro-Oeste esse valor é de 6.742 totalizando 9,31 % do total.

Franco et al. (2015) definem que acidentes de trabalho são aqueles que ocorrem no exercício da atividade laboral, ou no percurso de casa para o trabalho e vice-versa, podendo o trabalhador estar inserido tanto no mercado formal como no informal de trabalho. São eventos agudos, podendo ocasionar morte ou lesão, a qual poderá levar à redução temporária ou permanente da capacidade para o trabalho. Sob essa mesma ótica, as doenças ocupacionais são aquelas que ocorrem em razão da atividade laborativa exercida pelo trabalhador, ou seja, está inserida no campo do acidente do trabalho.

Pode-se dizer que esta realidade da construção civil no país é fruto, sobretudo, da ausência de uma política efetiva de segurança e saúde nas empresas, que se reflete, dentre outros, na ausência ou insuficiência de medidas de proteção coletivas e individuais nos canteiros de obras, na falta de informações e de capacitação dos trabalhadores e na omissão em relação aos cuidados relativos à saúde destes trabalhadores (ENIT, 2020).

Cruz (1998) afirma que realizando uma análise dos índices representativos das falhas de segurança nos diversos setores industriais, índices de acidentes do trabalho, constata-se que a indústria da construção se encontra como um dos setores mais deficitários, apresentando uma alta taxa de acidentes, lesões graves e óbitos.

De acordo com Iida (2005), fisicamente, o ruído é uma mistura de vibrações, medidas em uma escala logarítmica, em uma unidade chamada decibel (dB). Acima do limiar da percepção dolorosa pode-se causar

danos ao aparelho auditivo. Freitas (2021 *apud* Silva 2006) define que a poluição sonora consiste na emissão de barulhos, ruídos e sons perturbadores da comodidade auditiva. O ruído demasiado é nocivo em fatores psicológicos e físicos aos seres humanos e à natureza.

Sendo assim, a avaliação e a modelagem deste risco à saúde do trabalhador é uma técnica deveras proficiente no prognóstico quali-quantitativo para que se haja um panorama dos níveis de pressão sonora no local de trabalho.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo principal examinar as condições laborais relativas a ruídos de um canteiro de obras industrial em Aparecida de Goiânia - GO, e modelar os dados obtidos em campo via *software* correlacionando a saúde e segurança dos colaboradores com as normas trabalhistas vigentes.

## 2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1.Cenário da Construção Civil

O campo da construção civil exprime expressiva importância no crescimento e manutenção da economia de qualquer país. É nitidamente um dos ramos de maior demanda e geração de empregos do país. Além do fortalecimento econômico também existe o desenvolvimento social. O PIB, abreviação do conceito de Produto Interno Bruto, é o valor agregado gerado em certo espaço geoeconômico num determinado intervalo de tempo (MANKIW, 1998).

Grande parte do PIB e também grande contingente da geração de empregos formais e informais estão intrinsecamente correlacionados à construção civil no Brasil. Segundo o SINDUSCON-SP (2022) em parceria com o Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV/Ibre), o PIB da construção civil cresceu 8% em 2021 e foi responsável pela criação de 245.939 empregos no mesmo ano. Há uma previsão de crescimentos de 4,5% no segmento de edificações, 3,7% no de infraestrutura e 3,5% nos serviços especializados da construção, enquanto os demais, como as obras de reformas e de autoconstrução do segmento informal, devem registrar queda de 0,6%, na comparação com 2021.

### 2.2.Histórico da Saúde e Segurança laborais

Com o intento de regularização e proteção da saúde e segurança dos trabalhadores, foram criadas as Normas Regulamentadoras (NRs) como disposições suplementares ao Capítulo V, Da Segurança e da Medicina do Trabalho, da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, estabelecida pela Lei nº 6.541 de 1977. O Ministério do Trabalho e Previdência (2022) define que as Normas Regulamentadoras consistem em

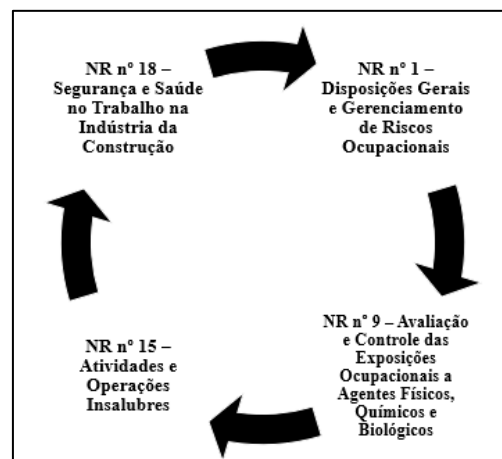
obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho.

No presente momento, o arcabouço legal alusivo à saúde e segurança laboral compõe-se por trinta e sete normas regulamentadoras que tratam de temáticas específicas pertinentes a atribuições trabalhistas. O teor de cada norma é coeso e colaborativo uns com os outros de maneira que determinada atividade pode vir a abranger conteúdo de uma ou mais normas.

A Norma Regulamentadora de nº 18 (BRASIL, 1978) do MTP dispõe da Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção e estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de seu título. Para auxiliar no cumprimento de suas exigências, a NR nº 18 exige também a implantação do chamado PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) para canteiros de obras que tiverem a contar de 20 trabalhadores. O PCMAT, que deve ficar no canteiro à disposição da fiscalização por parte do MTP, deve engendrar-se por profissional legalmente habilitado na área de segurança do trabalho e precisa contemplar as exigências anteriormente contidas na NR nº 9 – Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos (antigo Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e que passou por transição para a NR nº 1 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais.

Os ruídos causados por máquinas e equipamentos, durante seu funcionamento, apresentando a graduação de 85 dB(A) ou em níveis superiores, de forma contínua ou intervalada têm potencial para o fomento de riscos à saúde do trabalhador visto que estimulam intensamente o aparelho auditivo. A Norma Regulamentadora nº 15 (BRASIL, 1978), do Ministério do Trabalho e Previdência, em seu Anexo I, dispõe os limites máximos admissíveis para os ruídos, em dB(A), relacionados ao tempo máximo de exposição diária permissível ao trabalhador. Tal norma trata de atividades e operações insalubres. As NRs nº 1, nº 9, nº 15 e nº 18 devem correlacionar-se de forma sinérgica a fim de que o melhor resultado obtido seja em prol da saúde e segurança do colaborador.

**Figura 01 – Esquema das principais normas regulamentadoras pertinentes ao estudo.**



**Fonte: Adaptado de MTP (2022).**

Benite (2004) enuncia que o Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SGSST), considerado um instrumento eficaz para a melhoria das condições do ambiente de trabalho, é uma das possíveis alternativas para a evolução da gestão nas empresas construtoras, as quais historicamente apresentam baixo desempenho nessa área.

### *2.3. O ruído na Construção Civil e seus efeitos*

Maia (2001) afirma que o problema de ruído nasce da impossibilidade de se fabricar componentes e, portanto, máquinas industriais isentas de imperfeições, que não produzem vibrações e ruídos. As máquinas com maior nível de ruído na construção civil são: serras circulares de bancada, serras circulares portáteis, lixadeiras manuais elétricas e pneumáticas, furadeiras elétricas portáteis, rompedores elétricos e pneumáticos, betoneiras, compressores, martelos, vibradores de concreto, bate-estaca etc.

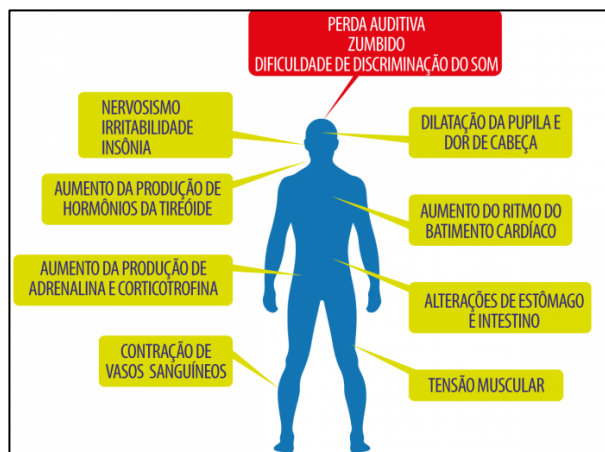
Em um contexto geral, o ruído é fator existente no progresso das atividades de construção civil, proveniente do emprego de ferramentas e equipamentos ou oriundo da utilização de maquinário pesado em ações de demolições, escavações, fundações e outros. O aspecto do ruído, quando presente em elevados níveis no âmbito laboral e com exposição ininterrupta aos trabalhadores pode ser causa de inúmeras problemáticas tais como dificuldade de comunicação, redução da capacidade de concentração e deterioração da audição e, saúde dos colaboradores.

O ruído afeta diretamente o bem-estar físico e mental de todas as pessoas, principalmente de trabalhadores que são expostos diariamente a altos níveis de pressão sonora. A exposição prolongada ao ruído deteriora o sistema auditivo e provoca alterações fisiológicas no organismo humano, tais como: aceleração do ritmo

cardíaco, modificação do ritmo respiratório, variação da pressão arterial, estresse e outras (JOSSE, 1975).

Schafer (2011) também afirma que o ruído, por ser uma vibração, afeta outras partes do corpo e cita dores de cabeça, náuseas, impotência sexual, redução da visão, debilitação das funções cardiovascular, gastrointestinal e respiratória como consequências da exposição ao ruído intenso, além de distúrbios do sono.

**Figura 02 – Efeitos da exposição excessiva ao ruído no ser humano.**



**Fonte: Centro regional de referência em saúde do trabalhador da região dos vales (2016).**

O ruído excessivo pode provocar perturbações na saúde mental, prejuízos ao repouso noturno e ao sossego público. Ele pode afetar o interesse difuso e coletivo, na medida em que causam deterioração na qualidade de vida, na interação entre as pessoas, sobretudo quando os limites se encontram acima dos suportáveis pelo ouvido humano (WHO, 2003).

Gerges (2000) atesta que a capacidade de causar danos à audição não depende somente do seu nível, mas depende também do tempo de duração. Uma exposição de um minuto a 100 dB(A) não é tão prejudicial quanto uma de 60 minutos a 90 dB(A).

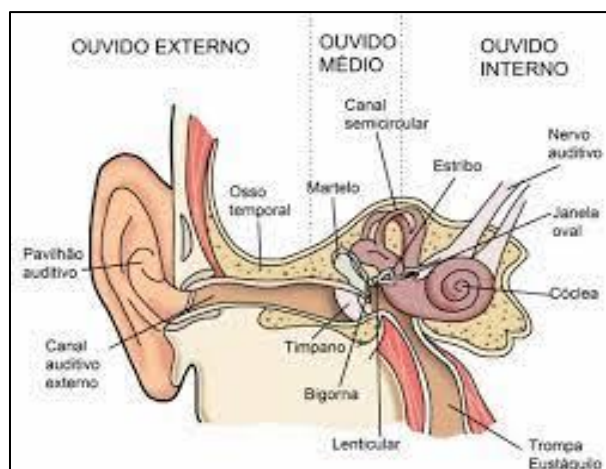
#### 2.4. Pressão sonora e o ouvido humano

Conforme Simões (2014) a pressão sonora é a amplitude da onda sonora correspondente à variação de pressão, em relação à pressão estática do ar, produzida pela propagação do som. A pressão sonora é um parâmetro utilizado quando o objetivo é avaliar a situação de incomodidade ou risco de trauma auditivo e é expressa em Pascal (Pa).

O ouvido é o órgão incumbido da captação das vibrações no ar, em forma de sons, e sua posterior conversão para impulsos nervosos que são decifradas pelo cérebro. Também está relacionado ao equilíbrio do corpo.

O ouvido humano consegue distinguir variações de pressão, em que o limiar da audibilidade a 4000 Hz é provocado por uma pressão de 20  $\mu$ Pa, enquanto o limiar da dor ocorre a uma pressão sonora de 100 Pa (SIMÕES, 2014).

**Figura 03 – Esquema de ouvido humano.**



**Fonte: Anatomia em foco (2022.)**

O ouvido humano é dividido em três partes distintas, cada qual com sua respectiva função para a audição. A primeira parte é constituída pelo ouvido externo com o pavilhão e canal do conduto auditivo. As ondas sonoras atravessam até o tímpano e o faz vibrar.

Já o ouvido médio é composto por uma cadeia de ossículos (martelo, bigorna e estribo) e pelo tímpano e estão alojados no osso temporal.

Por fim, o ouvido interno contém a cóclea, canais semicirculares, janela circular e nervo auditivo que se situam no labirinto ósseo. É nesta parte que ocorre a transformação dos estímulos mecânicos em impulsos elétricos. Após chegarem ao nervo coclear, esses sinais passam pelo nervo auditivo e depois ao cérebro sob a forma de percepção sonora.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho é o estudo de caso. Este consiste em uma abordagem estratégica de análise de um fenômeno atual em seu contexto real e suas respectivas variáveis que o influem. Informações são colhidas a respeito do estudo e, então, os resultados obtidos são confrontados com teorias e a legislação vigente com a finalidade de incrementar a fundamentação para que se chegue a um parecer plausível diante do cenário analisado.

#### 3.1. Área de Estudo

Trata-se de um canteiro de obras de uma organização do ramo da metalurgia de grande porte, com obra localizada no Pólo Empresarial de Aparecida de

Goiânia e foi instalado para uma expansão da fábrica em lote de 42.345,42 m<sup>2</sup> caracterizada como ampliação industrial. Para fins de proteção da imagem jurídica, representada aqui pela empresa em questão, a caracterização da organização será limitada às informações do tipo de serviço prestado, localização geográfica e delimitação da área de atuação. A empresa conta, em seu quadro técnico, um diretor geral de engenharia, engenheiros de produção, engenheiros mecânicos, administradores além de pedreiros, soldadores, auxiliares de pedreiros, auxiliares de soldadores, técnicos industriais e motoristas. O quadro fixo de colaboradores é reduzido e o número exato não foi fornecido pelo empreendimento, no entanto, sabe-se que diversas etapas da obra funcionaram por empreita.

### 3.2 Coleta de Dados

Os dados para a composição do trabalho foram coletados *in loco* pela manhã, no canteiro de obras no dia 06 de abril de 2022 sob as condições de clima ensolarado, com o auxílio de um aparelho decibelímetro (Figura 04), devidamente calibrado, durante as etapas de realização das fundações dos pilares da expansão dos galpões da fábrica e utilização de maquinários como aparelho de soldagem, lixadeira de perfilados metálicos e máquina de pintura dos pilares e vigas, ou seja, concretização das avaliações do nível de ruído próximos às fontes sonoras usuais determinando e comparando com os Valores Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente dispostos no Anexo I da NR nº 15.

**Figura 04 – Decibelímetro digital modelo MSL 1325 A – Fabricante Minipa**



**Fonte: Freitas (2021).**

Foram determinados três pontos principais de fontes ruidosas para conferência: 1) Aparelho de soldagem; 2) Lixadeira; 3) Compressor e pistola de pintura. Tais zonas foram selecionadas por se tratarem de potenciais matrizes de ruídos danosos à saúde dos colaboradores

bem como a observância da ausência do uso de equipamentos de proteção individual – EPI's por parte da equipe de obra.

Para cada local optado foram realizadas dez medições, com intervalo de cinco minutos entre cada medição para fins de exatidão da informação, e efetuada a média para posterior lançamento e tratamento dos dados em programa de simulação acústica.

O primeiro ponto de medição escolhido para o estudo foi perto do aparelho de soldagem. Este fica abrigado sob uma tenda de lona de tecido de 10 metros de comprimento por 10 metros de largura em um local improvisado.

O segundo ponto de medição foi perto do uso da lixadeira de perfilados metálicos utilizados como barras de treliça dos pilares. Também fica abrigado sob a mesma tenda do primeiro ponto.

O terceiro e último ponto corresponde à localização perto do compressor e pistola de pintura. O conjunto de máquina de pintura fica abrigado em local aberto perto de alvenaria comum próximo à tenda. É um conjunto que sempre esteve em posição dinâmica durante a obra, ou seja, não tem lugar fixo. Em dias chuvosos era abrigado sob a tenda dos dois pontos anteriores.

### 3.3 Tratamento e Análise dos Dados

Os dados obtidos foram tratados no software I-SIMPA e posteriormente, modelados para a simulação das circunstâncias às quais os colaboradores estavam expostos. O I-SIMPA é um software livre com o intuito de se modelar o comportamento da propagação de som em domínios complexos 3D. Obviamente, aspectos como a geometria e o material constituinte das paredes dos locais onde as fontes sonoras estão instaladas foram levados em consideração para que os cenários fossem o mais próximo da realidade possível, mantendo a fidedignidade da situação.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Anexo I da NR nº 15, o valor limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente é de 85 decibéis para uma máxima exposição diária permissível de 8 horas. A tabela 1, a seguir, explicita os valores medidos no ponto um:

**Tabela 1 – Valores medidos referentes ao ponto 1 – Máquina de Soldagem.**

PONTO 1 – MÁQUINA DE SOLDAGEM	
Valores medidos (dB)	Horário de coleta

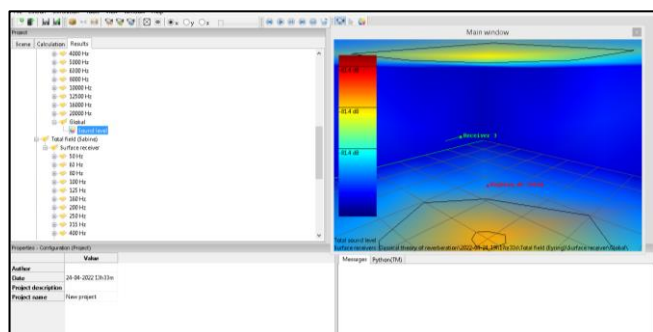


84	08:34
82,5	08:39
82	08:44
81,5	08:49
82,5	08:54
82,5	09:01
83,5	09:06
83,5	09:11
83,5	09:16
83	09:21
Valor médio	82,85

**Fonte: Os autores (2022).**

O maior valor medido foi de 83,5 dB e o valor médio calculado foi 82,85 dB. Foi tomado como valor referencial de ruído característico o de 85 db. A Figura 05 mostra a simulação dos dados no *software*.

**Figura 05 – Simulação Máquina de Soldagem.**



**Fonte: Os autores (2022).**

O dado no ponto da medição na simulação foi de 81,4 dB, estando, desta forma, em conformidade com o limite estabelecido pela norma. Segundo Agnoletto et al., (2010 apud Wainer; Brandi; Mello, 1992) entende-se por soldagem o processo de união de duas partes metálicas, utilizando uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão. Soldadores, naturalmente, já estão sujeitos a vários riscos e doenças ocupacionais. De acordo com Oliveira & Souza (2019 apud Gomes e Ruppenthal, 2002) os profissionais da soldagem com eletrodo revestido, na maioria das vezes, não possuem formação técnica, desta maneira, atuam com o conhecimento adquirido na prática. Stener (2018) diz

que no ambiente serralheiro o trabalhador fica exposto a ruídos, agentes químicos, condições de ergonomia inadequadas e com isso, risco de acidentes e efeitos na sua saúde a longo prazo.

O ponto dois de medição é correspondente à lixadeira e a Tabela 2, a seguir, mostra os valores encontrados.

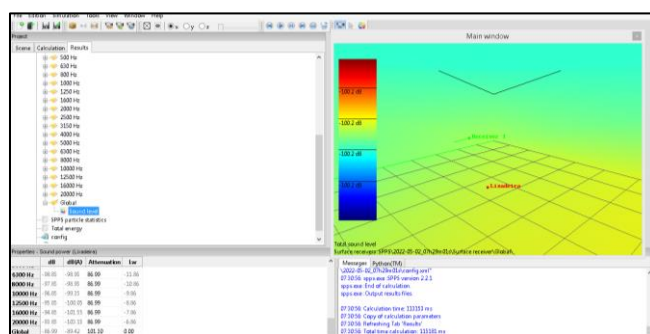
**Tabela 02 – Valores medidos referentes ao ponto 2 – Lixadeira.**

PONTO 2 – LIXADEIRA	
Valores medidos (dB)	Horário de coleta
98,5	09:30
98	09:35
99	09:40
96,5	09:45
94	09:50
97,5	09:55
96	10:00
95,5	10:05
97,5	10:10
95,5	10:15
Valor médio	96,8

**Fonte: Os autores.**

O maior valor encontrado foi de 98,5 dB e o valor médio calculado foi 96,8 dB. O ruído característico é o de 101,8 dB. A Figura 06 denota o cenário.

**Figura 06 – Simulação Lixadeira.**



**Fonte: Os autores (2022).**

O dado no ponto da medição na simulação foi de 101,2 dB, logo não se encontra em consonância com o valor limite estabelecido pela norma. Oliveira e Souza (2019 apud Gomes e Ruppenthal, 2002) afirmam sobre a necessidade que os serralheiros têm de orientação quanto aos riscos que podem estar expostos diariamente, tais como: os riscos ergonômicos, os riscos relacionados aos gases de solda, os riscos quanto a choque elétrico, os riscos devido a partículas, os riscos relacionados a temperaturas extremas e os riscos ocupacionais devido aos ruídos.

A não conformidade do valor medido em relação ao rol de valores permitidos, levando-se em consideração a jornada laboral, representa grave problema à saúde dos trabalhadores. Menezes Jr. (2002 apud Maia & Bertoli, 1998) declara que no setor da construção civil, são utilizados equipamentos cada vez mais velozes, tornando as atividades dos trabalhadores, na maioria das vezes, mais ruidosas, o que gera perda auditiva e outros efeitos nocivos à saúde dos trabalhadores. Sendo assim, torna-se evidente que tanto o operador de lixadeira quanto o restante da equipe que trabalha perto do equipamento estão sujeitos ao risco de doença ocupacional e tantos outros malefícios relacionados à exposição da fonte sonora em questão.

Por último, mas não menos importante, o ponto três de medição corresponde ao conjunto de máquina de pintura (compressor e pistola de pintura) como mostra a Tabela 03.

**Tabela 03 – Valores medidos referentes ao ponto 3 – Máquina de pintura (compressor e pistola de pintura).**

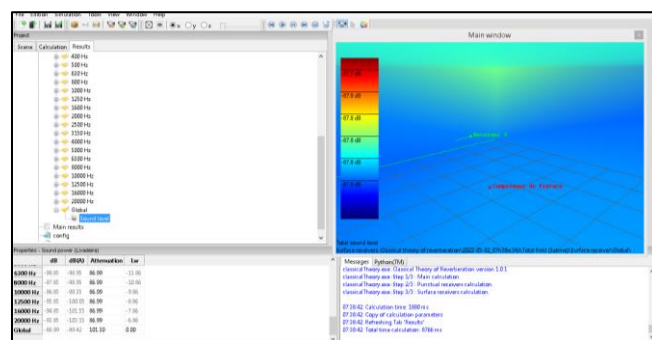
PONTO 3 – MÁQUINA DE PINTURA	
Valores medidos (dB)	Horário de coleta
82	10:20
81,5	10:25
84	10:30
83	10:35
82,5	10:40
83,5	10:45
84	10:50
84,5	10:55

83,5	11:00
82,5	11:05
Valor médio	83,1

**Fonte: Os autores.**

O maior valor medido foi de 84 dB e o valor médio foi de 83,1 dB. O ruído característico do conjunto máquina de pintura é de 101,3 dB. A Figura 07 mostra a simulação.

**Figura 07 – Simulação Máquina de pintura (Compressor e pistola de pintura).**



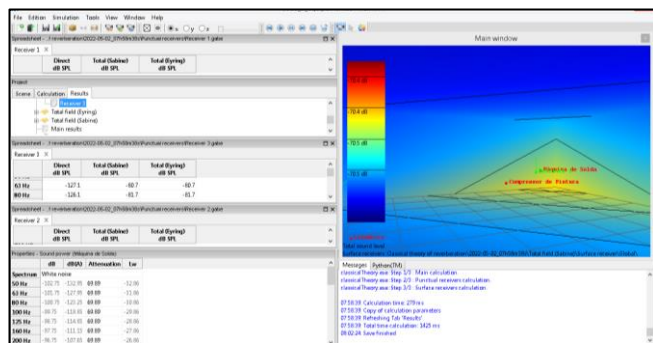
**Fonte: Os autores (2022).**

O dado no ponto da medição na simulação foi de 81,8 dB, ficando, assim, abaixo do valor limite. Ainda que o valor simulado se encontre no rol permitido, vale ressaltar que, durante o momento de medição, o pintor não estava fazendo uso do equipamento de proteção individual máscara PFF2 (peça facial filtrante) indicado para esse tipo de atividade. Vale enfatizar, também, que durante todas as medições, a equipe de soldagem e pintura utilizava somente capacetes, luvas de raspa de couro e aventais de raspa de couro e nenhum tipo de protetor auricular – nem do tipo *plug* ou tipo *concha*.

Dal’ Sotto et al. (2017 apud Santos, 1996), estabelece que para impedir a passagem do ruído, o qual chega até aos mecanismos sensíveis da audição, é necessário a utilização de um dispositivo inserido no canal auditivo (*plug*) ou usado sobre as orelhas (*concha*).

Uma última simulação (Figura 08), dos três pontos juntos, foi realizada a fim de reproduzir a rotina do colaborador que tem suas atividades próximas a todas fontes sonoras já citadas.

**Figura 08 – Simulação Máquina de pintura (compressor e pistola de pintura) + Lixadeira + Máquina de solda.**



**Fonte: Os autores (2022).**

O dado no ponto de medição da simulação foi de 127,1 dB. Esse valor representa um alto índice de ruído e, consequentemente, ameaça crítica à saúde e segurança dos colaboradores. Komninski & Watzlawick (2006) afirmam que a perda auditiva é causada por diversos fatores, que incluem características acústicas do som, como sua intensidade, duração e conteúdo de frequência (espectro de amplitude), à duração da exposição e a sua suscetibilidade do indivíduo.

Dal’ Sotto et al. (2017 apud Brasil, 2015a) expõe que outra consequência causada pelo excesso de exposição ao ruído é PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído) as alterações dos limiares auditivos do tipo neurossensorial (surdez neurossensorial), decorrentes da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevada. Esta tem como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco.

## 5.CONCLUSÕES

A partir dos levantamentos realizados neste trabalho foi possível obter uma perspectiva geral da exposição dos colaboradores, do canteiro de obras em questão, e constatar que a maioria deles estão realmente sujeitos a níveis elevados de pressão sonora. Embora, os pontos 1 e 3 tenham apresentado valores dentro da margem permitida de 85 dB(A), o ambiente laboral como um todo se apresenta insalubre, fato comprovado pela simulação dos três pontos em conjunto. Apesar dos índices estarem abaixo do disposto no Anexo I da NR nº 15, isto não denota que os trabalhadores não possam vir a desenvolver problemas relacionados à audição ou outros sintomas como nervosismo, irritabilidade, falta de equilíbrio e outros.

O estudo apresentou resultados que, através da modelagem computacional, são cognoscíveis e comprovam a eficiência da metodologia aplicada para

a esfera de estimativa de conjunturas tangíveis à saúde dos colaboradores de um empreendimento industrial em obras relativas ao risco físico do tipo ruído.

Desta forma, recomenda-se o uso de protetores auriculares do tipo *plug* e concha, pois mesmo que os valores estejam abaixo do limite e não possa significar risco de perda auditiva direta, porém podem vir a prejudicar os trabalhadores em relação a sinais sonoros por exemplo. Recomenda-se, também, a contratação de profissionais tecnicamente capacitados e legalmente habilitados para o desenvolvimento de uma Política de Segurança e Saúde do Trabalho que possa melhorar as condições de labor dos colaboradores da empresa. Palestras, treinamentos e Diálogos Diários de Segurança (DDS) se mostram medidas eficazes para a conscientização da equipe a respeito da utilização dos EPI’s e também para que suas atividades sejam realizadas com cautela e segurança.

Durante a realização do estudo não foi constatado nenhum tipo de documento referente à saúde e/ou segurança dos colaboradores. Tampouco a existência de Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA ou Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT o que demonstra o despreparo e risco que a organização expõe seus colaboradores.

Assim sendo, sugere-se a criação de uma Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho - SST que atenda, minimamente, os seguintes requisitos:

- Estabelecimento de uma Política Interna de Saúde e Segurança do Trabalho que contenha metas estratégicas, avaliações periódicas e treinamentos que explicitem a importância do assunto a todos os empregados da empresa;
- Denominação de responsáveis pelas ações: execução e avaliação do sistema por pessoas que detenham conhecimento e competência no que tange à SST;
- Clareza e transparência de todas ações: resultados de avaliações e treinamentos, cronogramas e possíveis alterações;
- Garantia da participação e conhecimento de todos os colaboradores da empresa em alterações de processos, procedimentos, arranjos de maquinários e outras mudanças consideráveis na performance das atividades laborais;



- Práticas sustentáveis da gestão de SST de forma a ratificar a melhoria contínua.

Em suma, o uso do modelo computacional possibilitou um diagnóstico mais real em relação ao contexto trabalhista, no que se refere aos níveis de pressão sonora, sob o qual os funcionários estavam sujeitos. À vista disso, faz-se necessária uma maior participação por parte do Ministério do Trabalho e Previdência e do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia que têm papel fundamental na fiscalização de sítios laborais, como o analisado no estudo, e garantia da saúde e segurança dos trabalhadores.

## 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNOLETTO et al. Análise do ruído na ocupação de soldador em empresas de Curitiba e região metropolitana. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, São Paulo. 2010.

BENITE, A. G. Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2004. DOI:10.11606/D.3.2004.TDE-27102004-101542. Acesso em 04 de abr de 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. NR 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2019.pdf>. Acesso em 04 de nov de 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. NR 15 – Atividades e operações insalubres. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15.pdf>. Acesso em 04 de nov de 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. NR 18 - Condições de segurança e saúde no

trabalho na indústria da construção. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-18.pdf>. Acesso em 04 de abr de 2022.

CRUZ, S. M. S. Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional nas Empresas de Construção Civil. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 1998.

DAL' SOTTO et al. Análise do tipo ruído em uma empresa metalúrgica do Oeste do Paraná. Revista Spacios: Vol. 38 (Nº 58) Ano 2017. Pág. 15.

ESCOLA NACIONAL DA INSPEÇÃO DO TRABALHO. Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/dados-de-acidentes-do-trabalho>. Acesso em 04 de abr de 2022.

FRANCO et al. Acidentes de trabalho autorreferidos pela população adulta brasileira, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/YP5DzH76QHBRx6QKnFdbgDs/?lang=pt#>. Acesso em 04 de abr de 2022.

FREITAS. M. V. M. Monitoramento dos Níveis de Pressão Sonora na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Materno Infantil de Goiânia-Goiás: Uma modelagem via software I-SIMPA. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis. Programa de Pós Graduação stricto sensu em Tecnologia de Processos Sustentáveis. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiânia, Goiás. 2021.

GERGES, S. N. Y. Ruído: fundamentos e controle. Florianópolis: 2000.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2a edição rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JOSSE, R. La acústica en la construcción. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1975.

KOMNISKI, T. M.; WATZLAWICK, L. F. (2006). Problemas Causados pelo Ruído no Ambiente de

Trabalho. (Curso de Especialização em Gestão Ambiental), Unicentro, Guarapuava/PR, 2. 16p.

MAIA, P. A. Estimativa de exposições não contínuas a ruído: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - UNICAMP, Campinas, Brasil. 2001.

MANKIW, N.G. Introdução à Economia. Tradução: M.J.C Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 1999

MENEZES JR. C. T. Ambiente Sonoro em Canteiro de Obra da Construção Civil. Estudo de Caso: Maringá-PR. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2002.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. Normas Regulamentadoras. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/órgãos-específicos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em 04 de abr de 2022.

OLIVEIRA, G. E. S.; SOUZA, A. N. Análise do risco tipo ruído nas atividades do serralheiro. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Os desafios da engenharia de produção para uma gestão inovadora da Logística e Operações. Santos, São Paulo, 2019.

SCHAFER, R. Murray. (1977). A afinação do mundo: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora. Tradução Marisa Trench Fonterrada. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2011. 382 p. Tradução de The tuning of the world.

SIMÕES. S.C.D. Ruídos e Vibrações no Corpo Humano - Avaliação de Ruído e Vibrações - LAUAK PORTUGUESA - Indústria Aeronáutica. Dissertação de Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho. Escola Superior de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais. Instituto Politécnico de Setúbal. Setúbal, Portugal. 2014.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON SP. PIB das construtoras

deve crescer 4% em 2022. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/pib-das-construtoras-deve-crescer-4-em-2022/>. Acesso em 04 de abr de 2022.

STENER, 2018. Avaliação da segurança de trabalhadores em serralheria no município de Caçapava do Sul. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, jan./mar. 2018. Disponível em: [http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/5969](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5969) >Acesso em 04 de abr de 2022.

WHO. World Health Organization. Occupational and community noise. Geneva. 2003.