



## Engenharia de Produção: What's Your Plan? 3





Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

Engenharia de Produção:  
What's Your Plan? 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia de produção: what's your plan? 3 [recurso eletrônico] /  
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:  
What's Your Plan?; v. 3)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-255-5  
DOI 10.22533/at.ed.555191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação.  
3. Sustentabilidade. I. Machado, Marcos William Kaspchak. II. Série.  
CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O terceiro volume, com 19 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados a inovação em gestão organizacional, gestão de segurança do trabalho, ferramentas de gestão da qualidade e sustentabilidade.

Na primeira parte são apresentados estudos sobre a novas formas de aplicação ferramentas de gestão organizacional e de pessoas, além disso são apresentados análises e avaliações ergonômicas aplicadas em múltiplos cenários de produção e gestão, proporcionando aos leitores uma visão panorâmica da importância e potencial na aplicação e desenvolvimento de estudos nesta área.

Na sequência, os estudos de gestão da qualidade e sustentabilidade apresentam a utilização de princípios e ferramentas para o aumento de produtividade sustentável. Na gestão da qualidade são abordadas ferramentas como QFD, CEP e MASP. Estas ferramentas auxiliam as organizações na melhoria dos processos e redução de desperdícios o que gera um resultado, não só financeiro, mas também ambiental e social.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AVALIAÇÃO DA ESCALA DE COMPORTAMENTOS ÉTICOS ORGANIZACIONAIS	
Eric David Cohen	
DOI 10.22533/at.ed.5551912041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
A EVOLUÇÃO DA MATURIDADE GERENCIAL: ESTUDO DE CASO DE EMPREENDIMENTO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Edlaine Vaz de Andrade	
Pedro Henrique Fonseca Pinto	
Lucas Fernandes Rodrigues Guimarães	
Rafael Alves Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.5551912042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
A IMPORTÂNCIA DA GOVERNANÇA CORPORATIVA E DO COMPLIANCE NA MOBILIDADE URBANA EM UMA LOCADORA DE VEÍCULOS	
Alan Amorim de Jesus	
Rita de Cassia Costa da Silva Holanda	
DOI 10.22533/at.ed.5551912043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ADEQUAÇÃO DO PERFIL DOS EMPREENDEDORES DE MPES A COMPLEXIDADE DO MERCADO	
Julio Americo Faitão	
Cassiana Bortoli	
Marcos Marchetto	
DOI 10.22533/at.ed.5551912044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
PROPOSTA DE PREMISSAS PARA UM PROGRAMA DE <i>COACHING</i> NO JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO	
Maria de Fatima do Nascimento Brandão	
Níssia Carvalho Rosa Berginate	
DOI 10.22533/at.ed.5551912045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
DIFFICULTIES IN ADOPTION AND USAGE OF SCRUM METHOD IN NON-PROJECTIZED BRAZILIAN COMPANIES USING PLAN-DRIVEN PROCESS: MULTIPLE CASE STUDIES	
Daniel Medeiros de Assis	
Claudio L. C. Larieira	
DOI 10.22533/at.ed.5551912046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>69</b>
ELABORAÇÃO DE UM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA EMPRESAS DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA FRADE TECNOLOGIA	
Gustavo Henrique Andrade Sousa	
Italo Eduardo Gomes Viana	
Priscila Lima Da Silva	
Patrício Moreira De Araújo Filho	
DOI 10.22533/at.ed.5551912047	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>81</b>
LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS INEFICIÊNCIAS DO PROCESSO DE COMPRAS NO CONTEXTO HOSPITALAR PÚBLICO	
<a href="#">Gabriela Mozas Alves</a> <a href="#">Gustavo Silveira de Oliveira</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5551912048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>94</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS ERGONÔMICOS PARA ESTUDO DAS POSTURAS VIA APLICAÇÃO DO SOFTWARE ERGOLÂNDIA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA JOALHERIA	
<a href="#">Larissa Giovana Weiber</a> <a href="#">Lais Monique Mendes Salles</a> <a href="#">Elizangela Veloso Saes</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5551912049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>110</b>
ANÁLISE COMPARATIVA SOBRE A INFLUÊNCIA DE FATORES MOTIVACIONAIS ENTRE OS FUNCIONÁRIOS DE UM ÓRGÃO PÚBLICO JURÍDICO, UMA INSTITUIÇÃO BANCÁRIA E UMA EMPRESA AÉREA LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA	
<a href="#">Francisco Carlos Gomes de Castro Filho</a> <a href="#">Davi Castro Rodrigues</a> <a href="#">Leonardo Rodrigo Soares dos Reis</a> <a href="#">Eliana Célia Silva Carneiro</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>126</b>
ANÁLISE DE RISCO FÍSICO NAS ATIVIDADES DA METAL MECÂNICA EM UMA INDÚSTRIA EM SANTO ANTÔNIO DE JESUS – BA	
<a href="#">Jhaidan Ribeiro Cruz</a> <a href="#">Gilmar Emanuel Silva de Oliveira</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>143</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO: ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE GELO	
<a href="#">Antonilton Serra Sousa Junior</a> <a href="#">Gabriel de Castro Marques</a> <a href="#">Marco André Matos Cutrim</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>158</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO: UM ESTUDO DE CASO NO POSTO DE TRABALHO DE COLABORADORES DE FOOD TRUCKS	
<a href="#">Thaís Liemi Oshiro</a> <a href="#">Bruno Samways dos Santos</a> <a href="#">André Luis da Silva</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>173</b>
APLICAÇÃO DA GESTÃO DE RISCO RELACIONADA À SEGURANÇA EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO HOSPITALAR	
<a href="#">Mariana Gonçalves Araujo</a> <a href="#">Maria Carolina Brandstetter</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120414</b>	

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>186</b>
DIAGNÓSTICO DO POSTO DE TRABALHO DO PEDREIRO NO ASSENTAMENTO DE PORCELANATOS EM PISO ATRÁVES DA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS	
<a href="#">Laísa Cristina Carvalho</a> <a href="#">Ana Laura Reis</a> <a href="#">Breno Borges Silva</a> <a href="#">Gabriela Ap. de Oliveira Peret</a> <a href="#">José Carlos Paliari</a> <a href="#">Alessandro Ferreira Alves</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>195</b>
ESTUDO DA ANÁLISE ERGONÔMICA EM UM LABORATÓRIO DE CONTROLE DA QUALIDADE	
<a href="#">Letícia Sanches Silva</a> <a href="#">Diego Gilberto Ferber Pineyrua</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>207</b>
RISCO ERGONÔMICO E O TRABALHO DE EMPACOTAMENTO MANUAL DE SACAS DE ARROZ	
<a href="#">Willians Cassiano Longen</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>217</b>
UMA ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DE SISTEMAS APLICADA A UM SETOR DE FAST FOOD	
<a href="#">Aianna Rios Magalhães Veras e Silva</a> <a href="#">Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento</a> <a href="#">Francimara Carvalho da Silva</a> <a href="#">Danyella Gessyca Reinaldo Batista</a> <a href="#">Priscila Helena Antunes Ferreira Popineau</a> <a href="#">João Isaque Fortes Machado</a> <a href="#">Leandra Silvestre da Silva Lima</a> <a href="#">Paulo Ricardo Fernandes de Lima</a> <a href="#">Pedro Filipe Da Conceição Pereira</a> <a href="#">Manoel Isac Maia Junior</a> <a href="#">Sonagno de Paiva Oliveira</a> <a href="#">Thuana Maria de Melo Gonzaga</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>242</b>
VALIDAÇÃO DA ESCALA DE MENSURAÇÃO DA MOTIVAÇÃO DO TRABALHO ATRAVÉS DA ANÁLISE FATORIAL CONFIRMATÓRIA	
<a href="#">Eric David Cohen</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55519120419</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>255</b>

## ANÁLISE DE RISCO FÍSICO NAS ATIVIDADES DA METAL MECÂNICA EM UMA INDÚSTRIA EM SANTO ANTÔNIO DE JESUS – BA

**Jhaidan Ribeiro Cruz**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Cruz das Almas – Bahia

**Gilmar Emanuel Silva de Oliveira**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Cruz das Almas – Bahia

**RESUMO:** A Higiene Ocupacional é a ciência que trata da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos à saúde do trabalhador. Os riscos ambientais são os agentes químicos, biológicos e físicos existentes no ambiente de trabalho. O setor metal mecânico expõe consideravelmente o trabalhador à vários riscos ambientais, principalmente ao ruído, caracterizado como risco físico. Isso deve-se ao fato de que as atividades características do setor necessitam, essencialmente, da aplicação de quantidades elevadas de energia. O presente trabalho teve por finalidade, por meio de um estudo de caso, desenvolver uma proposta de melhoria na prevenção de ruídos na indústria metal mecânica, através de aplicações da higiene e segurança ocupacionais. Para tanto, foram levantadas informações para a caracterização do ruído na empresa e realizadas avaliações quantitativas com o auxílio de instrumentos de medição de

ruído. Os resultados indicaram diferentes tipos de exposição ao ruído em diferentes grupos, além de níveis acima do tolerado, permitindo a proposição de medidas preventivas. Conclui-se que os métodos utilizados proporcionaram um início de uma melhoria na prevenção de ruídos nas atividades da metal mecânica.

**PALAVRAS CHAVE:** Higiene Ocupacional; Prevenção; Ruídos.

**ABSTRACT:** The Occupational Hygiene is the science that treats about the anticipation, recognition, evaluation and control of hazards to the worker's health. The environmental risks are the chemical, biological and physical factors at the workplace. The metalworking department considerably exposes the worker to a lot of environmental risks, mainly to the noise, characterized as a physical risk. It happens because the characteristic activities of this department requires, essentially, the application of high amounts of energy. The present study aimed to develop an in depth improvement proposal in prevention of noises at the metalworking industry, using the concepts of occupational hygiene and safety. For this, information was collected for the characterization of noise at the company and quantitative evaluations were carried out using noise-measuring instruments. The results indicated different types of noise exposure in



different groups, beyond the tolerated levels, allowing the proposition of preventive actions. It is concluded that the methods used provided a beginning of an improvement in the prevention of noise in metalworking activities.

**KEYWORDS:** Occupational Hygiene; prevention; noise.

## 1 | INTRODUÇÃO

O ser humano sempre procedeu de acordo com regras de segurança; caso contrário a espécie teria sido dizimada. A preocupação com saúde e segurança no trabalho (SST) passou a ser mais ampla no século XVIII. A nova forma de organização do trabalho, fruto da Revolução Industrial, proporcionou o crescimento a índices de mortalidade e doenças nunca antes alcançados. Neste período as ciências que se dedicam à SST ampliaram-se consideravelmente (FREITAS, 2016; FUNDACENTRO, 2004).

Neste contexto, a Higiene Ocupacional (HO), definida pela *American Industrial Hygiene Association* (AIHA) (2006) como a ciência que trata da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos originados nos locais de trabalho e que podem prejudicar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, traz conceitos importantes na gestão da SST.

Os agentes físicos podem ser identificados como diversas formas de energia com potencialidade de causar danos à saúde humana. Um dos segmentos onde mais existe este risco é o da indústria metal mecânica, pois suas atividades utilizam vários processos que envolvem grandes quantidades de energia. Dados do Serviço Social da Indústria (2011), apontam 2,8 novos casos de doenças ocupacionais por mil trabalhadores, nesse setor.

Miranda e Dias (2004), em uma pesquisa de auditoria e inspeção pela Delegacia Regional do Trabalho na Bahia, concluíram que 92,9% das empresas apresentaram algum tipo de desconformidade em seu Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), em que 82,1% dos casos, as desconformidades relacionavam-se com os riscos físicos.

A Norma Regulamentadora (NR)-9 estabelece que o PPRA é de responsabilidade de todos empregadores e instituições que admitam empregados, e suas obrigações elaboração, implementação, acompanhamento e avaliação poderão ser feitas por pessoa ou equipe de pessoas capazes de desenvolver o disposto nesta NR. Todavia, nem sempre há tal capacidade e este programa geralmente não é realizado com a abrangência e aprofundamento previstos pelas normas. Um programa de HO exige a participação de equipe multidisciplinar, pois o trabalho requer o conhecimento em diversas áreas. (BRASIL, 1978a; SALIBA, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho promove um aprofundamento quanto ao conhecimento do risco físico, do tipo ruído, numa indústria do segmento metal mecânico, situada em Santo Antônio de Jesus–BA.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho é desenvolver uma proposta de melhoria na prevenção de ruídos nas atividades da metal mecânica, buscando um aprofundamento quanto ao controle de tal risco, utilizando métodos e ferramentas da higiene e segurança ocupacionais. Para isto, buscar-se-á: realizar o reconhecimento dos ruídos; avaliar a exposição dos trabalhadores aos ruídos; e propor medidas de controle dos ruídos.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os termos “Higiene Industrial”, “Higiene do Trabalho” e HO, podem ser considerados semelhantes. Porém HO foi preferido após a Conferência Internacional de Luxemburgo em 1986 (FUNDACENTRO, 2004).

A HO está baseada em fatos comprováveis, empíricos e analisáveis por método científico por meio da Física, Química, Bioquímica, Toxicologia, Medicina, Engenharia e Saúde Pública. Por outro lado, são consideradas a individualidade de cada trabalhador e as características da atividade e do local de trabalho. Registram-se as exposições ao longo do tempo para que se conheça alguma relação entre a exposição ocupacional (EO) e o efeito à saúde (FUNDACENTRO, 2004).

A Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) possui natureza jurídica, vinculada ao Ministério do Trabalho e Emprego, realiza estudos, pesquisas, testes, programas, treinamentos e técnicas relacionadas aos problemas de segurança, higiene, meio ambiente e medicina do trabalho. Como resultado da maioria destas atribuições são desenvolvidos materiais que constituem um acervo, contendo Normas de Higiene Ocupacional (NHO) (FUNDACENTRO, 2001).

A NHO 01 define o procedimento técnico de avaliação da EO ao ruído, aplicada à EO a ruído em quaisquer situações de trabalho, contudo não está voltada para a caracterização das condições de conforto acústico. Está referenciada em normas internacionais da *American National Standards Institute* (ANSI) e da *International Electrotechnical Commission* (IEC) (FUNDACENTRO, 2001).

As NR, elaboradas pelo Ministério do Trabalho regulamentam e orientam sobre procedimentos relacionados à SST no Brasil. Estas são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2015).

O PPRA é um programa de HO obrigatório e regulamentado pela NR-9, que visa a preservação da saúde e a integridade dos trabalhadores, a partir da antecipação, do reconhecimento, da avaliação e do controle dos riscos ambientais existentes no ambiente de trabalho. Essas ações devem ser desenvolvidas no âmbito de cada estabelecimento da empresa, sob a responsabilidade do empregador, com a

participação dos trabalhadores, sendo sua abrangência e profundidade dependentes das características dos riscos e das necessidades de controle (SALIBA, 2017; BRASIL, 1978a).

Segundo a NR-9 (1978a), consideram-se riscos ambientais os agentes físicos (as diversas formas de energia que possam estar expostas aos trabalhadores), químicos (substâncias, compostos ou produtos que possam ser absorvidos pelo organismo) e biológicos (bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros) existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, causam danos à saúde do trabalhador.

É entendido como limites de tolerância (LT) ou exposição a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao risco, que não causará danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 1978c; FUNDACENTRO, 2001).

Considera-se como nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições aos riscos ultrapassem os LT (BRASIL; 1978a).

O Grupo Homogêneo de Exposição (GHE) corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante a riscos, tanto do ponto de vista das condições ambientais como das atividades desenvolvidas, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de parte do grupo seja representativo da exposição de todos os trabalhadores do mesmo grupo (FUNDACENTRO, 2001, 2002).

O som é uma variação da pressão atmosférica capaz de sensibilizar nossos ouvidos. Todo som que pode causar danos à saúde, ou que possa se tornar desagradável, pode ser considerado como ruído, principal risco físico presente em diversos tipos de instalações ou atividades profissionais. Dado em decibéis (dB), o Nível de Pressão Sonora (NPS) determina a intensidade do som e representa a relação do logaritmo entre a variação da pressão provocada pela vibração e a pressão que atinge o limiar de audibilidade (pressão de referência) (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2007; SALIBA, 2017).

O ouvido humano não responde linearmente às diversas frequências. Sendo assim, foram desenvolvidas as curvas de decibéis compensados ou ponderados nas frequências A, B, C e D, de forma a simular a resposta do ouvido. Essas curvas padronizadas fazem parte dos circuitos elétricos dos medidores de NPS (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2007; SALIBA, 2017;).

O ruído contínuo varia de nível de intensidade sonora  $\pm 3\text{dB}$  durante um período longo de observação. São característicos de condicionadores de ar, motores elétricos, compressores, dentre outros. O ruído intermitente apresenta grandes variações de nível em função do tempo, gerados pelos trabalhos manuais, afiação de ferramentas, o trânsito de veículos, conversação dentre outros. O ruído de impacto apresenta picos de energia acústica de duração inferior a um segundo, a intervalos superiores a um

segundo. Um exemplo é o resultante de marteladas (PEIXOTO; FERREIRA, 2013; BRASIL, 1978c).

A dose de ruído representa quantidade de EO em função do nível de pressão sonora e do tempo, expresso em porcentagem de energia sonora. É calculada pela expressão:

$$D = \sum \frac{C_n}{T_n} \times 100 \quad (1)$$

sendo D a dose de ruído da exposição;  $C_n$  o tempo de exposição a determinado nível de pressão sonora;  $T_n$  o tempo máximo de exposição a esse mesmo nível de pressão sonora. A dose referente à jornada diária de trabalho é chamada de Dose diária ( $D_d$ ) (FUNDACENTRO, 2001; PEIXOTO; FERREIRA, 2013).

O incremento de duplicação da dose (q), em decibéis, quando adicionado a um determinado NPS, implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido. No estabelecimento dos LT, a NHO01 e a NR-15 usam diferentes q. O q da norma técnica NHO 01 é de 3dB(A), enquanto o da norma legal NR-15 é de 5dB(A) (FUNDACENTRO, 2001; PEIXOTO; FERREIRA, 2013).

O Nível equivalente ( $L_{eq}$  ou  $L_{avg}$ ) representa a integração dos diversos NPS instantâneos durante um determinado tempo. Pode ser interpretado como um NPS constante com mesma energia acústica de um ruído que varia no tempo. O nível equivalente pode ser denotado pelas nomenclaturas " $L_{avg}$ " e " $L_{eq}$ ", que possuem o mesmo significado, porém com a diferença de que o primeiro é apresentado quando o q for igual a 5dB, e o segundo quando for igual a 3dB (FUNDACENTRO, 2001; PEIXOTO; FERREIRA, 2013; SALIBA, 2017).

O Nível de Exposição (NE) representa o médio da EO diária. Quando o tempo de integração for igual ao tempo da jornada diária de trabalho, o  $L_{eq}$  ou o  $L_{avg}$  serão renomeados para NE. O Nível de Exposição Normalizado (NEN) convertido para uma jornada padrão de 8 horas diárias, para fins e comparação com os LT. É determinado pelas equações:

$$NEN = NE + 10 \log \frac{TE}{480} \Leftrightarrow q = 3 \quad (2)$$

$$NEN = NE + 16,61 \log \frac{TE}{480} \Leftrightarrow q = 5 \quad (3)$$

sendo TE o tempo de exposição ao risco, em minutos (FUNDACENTRO, 2001; SALIBA, 2017).

Pode-se, a partir da dose, obter-se o nível equivalente, e vice-versa. Para uma



jornada padrão de 8 horas ( $T=480\text{min}$ ) temos:

$$NE = 10 \log \left( \frac{D \times 480}{100 \times TE} \right) + 85 \quad (4)$$

$$D = \frac{TE}{480} \times 2^{\left(\frac{NE-85}{3}\right)} \times 100 \quad (5)$$

para  $q=3$ , e:

$$NE = 16,61 \log \left( \frac{D \times 480}{100 \times TE} \right) + 85 \quad (6)$$

$$D = \frac{TE}{480} \times 2^{\left(\frac{NE-85}{5}\right)} \times 100 \quad (7)$$

para  $q=5$  (FUNDACENTRO, 2001; SALIBA, 2017).

O medidor de NPS, decibelímetro, de leitura instantânea, é portado pelo avaliador durante toda a avaliação do ruído. O audiodosímetro ou dosímetro de ruído é um medidor integrador de uso pessoal que determina essencialmente a dose de ruído. Ele é fixado no trabalhador, especificamente na zona auditiva (SILVA, 2015).

O setor industrial da metal mecânica caracteriza-se na transformação de metais, contemplando tecnologias baseadas em conhecimentos e técnicas relacionados com a produção, processamento e utilização de metais, especialmente o ferro, o alumínio e o aço, dentre outros. É um importante setor industrial, sendo abastecedor de grande parte das atividades econômicas (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2011).

### 3 | METODOLOGIA

O estudo de caso foi a metodologia utilizada para o presente trabalho. Investigou-se a aplicação da HO em uma empresa do segmento metal mecânico. No contexto do profissional de engenharia, observou-se a real situação de exposição dos trabalhadores ao ruído e, com a aplicação de métodos e ferramentas da HO, demonstrar demonstrou-se como a exposição ao ruído deve ser analisada.

A empresa SOTEC Metal Mecânica, situada no distrito industrial, em Santo Antônio de Jesus, Bahia, presta serviços de caldeiraria e serralheria com fabricação, instalação, montagem, manutenção e recuperação de estruturas e componentes metálicos, máquinas e equipamentos mecânicos para indústria.

Os turnos de trabalho são de segunda à quinta-feira das 7h30min às 12h00min e das 13h30min às 18h00min (9 horas diárias); e sexta-feira das 7h30min às 12h00min e das 13h30min às 17h00min (8 horas diárias).

O campo da pesquisa foi o setor de produção da empresa, onde são realizadas

as atividades da metal mecânica, que engloba atividades de caldeiraria, serralheria, tratamento abrasivo e pintura industrial, com 23 funcionários. Porém, não foi incluído na pesquisa o setor de jateamento abrasivo, pois não tem funcionado diariamente. O espaço de realização dessas atividades situa-se no galpão fabril e no pavilhão de pintura da empresa (Figura 1).

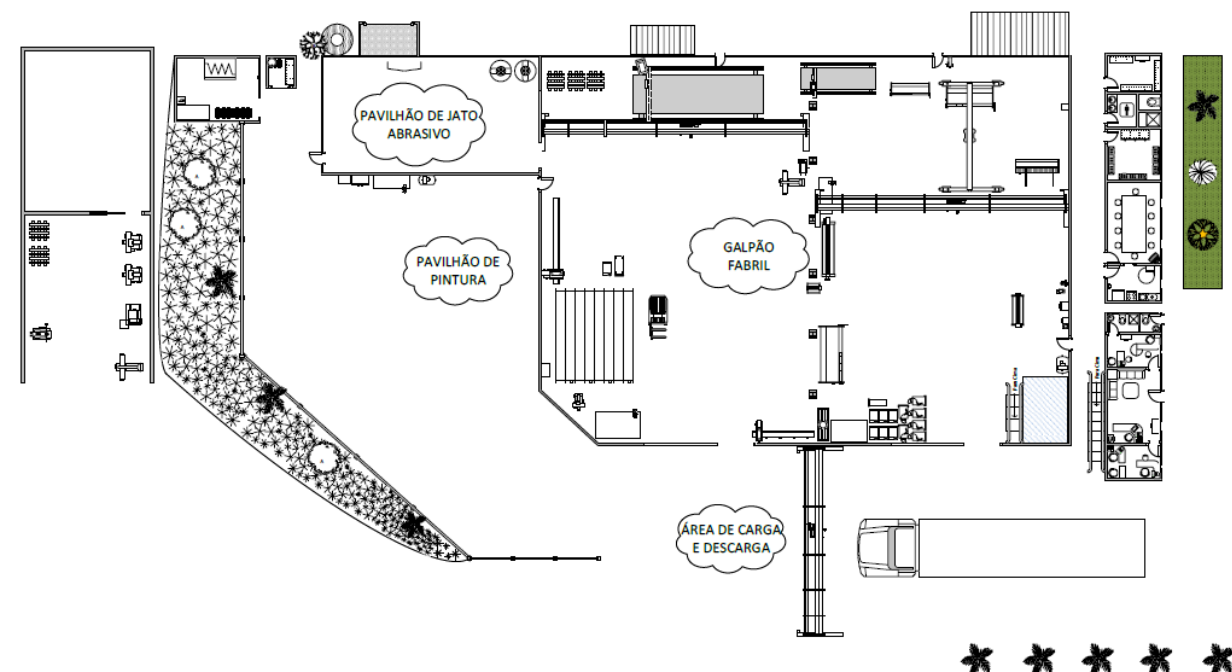


Figura 1 – Layout da empresa

Fonte: SOTEC.

### 3.1 Reconhecimento dos ruídos

Foram realizadas visitas ao setor da produção para que fossem observados todos os fatores que constituem o risco físico. Foram feitos registros fotográficos e consultas aos dados da empresa, inclusive o PPRA. No reconhecimento foram apontados os itens da seção 9.3.3 da NR-9. Foram definidos os GHE's, para que tais itens fossem dispostos em quadros, por cada GHE.

### 3.2 Avaliação dos ruídos

Foram realizadas três avaliações em conformidade com os procedimentos e critérios estabelecidos pela norma NHO01 ou pela NR-15. Para o GHE-1, foi realizada uma avaliação para ruído intermitente e outra para ruído de impacto. Para o GHE-2 foi realizada uma para ruído contínuo.

#### 3.2.1 Calibração

A regulagem foi efetuada nos medidores pelo calibrador acústico CAL-3000 da marca Instruterm (Figura 2). A efetiva calibração foi realizada nos instrumentos

pela empresa Almont Brasil, especializada para este serviço, obtendo-se a devida certificação.



Figura 2 – Calibrador acústico

Fonte: Instrutherm.

### *3.2.2 Ruído intermitente (GHE-1)*

Utilizou-se o dosímetro modelo DOS-500 da marca Instrutherm (Figura 3), fixado num dos serralheiros, escolhido como melhor representante do GHE-1. Foi preestabelecida uma duração mínima de duas horas de medição, considerado suficiente para cobrir todas as condições que envolve o trabalhador no exercício de suas funções. As medições foram feitas com o dosímetro posicionado no ombro, preso na vestimenta (Figura 4).

### *3.2.3 Ruído contínuo (GHE-2)*

Foi utilizado o dosímetro DOS-500 (Figura 3), fixado no pintor, considerado como melhor representante do GHE-2. Foi preestabelecida uma duração mínima de vinte minutos de medição, considerado suficiente para cobrir todas as que envolve o trabalhador no exercício de suas funções. As medições foram feitas com o dosímetro posicionado no ombro, preso na vestimenta (Figura 4).



Figura 3 – Dosímetro

Fonte: Instrutherm.



Figura 4 – Posicionamento do dosímetro

Fonte: Próprio autor.

### 3.2.4 *Ruído de impacto (GHE-1)*

Foi utilizado o decibelímetro modelo DEC-460 da marca Instrutherm (Figura 5). Este não atende as especificações da NHO01, porém atende as especificações da NR-15. Assim, os procedimentos foram realizados de acordo com a NR-15. A medição foi realizada na zona auditiva do operador de guilhotina, considerado como melhor representante do GHE-1.





Figura 5 – Decibelímetro

Fonte: Instrutherm.

### 3.2.5 *Projeção da dose*

Como a dose de ruído é proporcional ao tempo, de acordo com Silva (2015), a dose projetada (dose diária) pôde ser encontrada através da seguinte equação:

$$D_d = \frac{D \times TE}{T} \quad (8)$$

### 3.3 **Proposição de medidas de controle dos ruídos**

Nos casos em que os níveis de ação foram ultrapassados, medidas preventivas foram propostas, de acordo com as normas. Nos casos em que os LT foram ultrapassados, primeiramente foram analisadas as medidas de controle existentes, e posteriormente foram propostas medidas de controle, que, de acordo com a NR-9, devem obedecer a seguinte hierarquia:

- a. medidas de proteção coletivas;
- b. medidas de caráter administrativo;
- c. medidas de caráter individual (utilização EPI).

Nos casos em que foram propostos a utilização de EPI, os protetores auditivos foram analisados pelo método direto Níveis de Redução de Ruído Subject Fit (NRRsf) de atenuação. O cálculo da atenuação é dado da seguinte forma:

$$NPS_C = NPS_{dB(A)} - NRRsf \quad (9)$$

sendo  $NPS_C$  o NPS com proteção,  $NPS_{dB(A)}$  o NPS medido no circuito de compensação “A”, e  $NRRsf$  o valor de atenuação fornecido pelo fabricante do protetor auditivo (SALIBA, 2017).

#### 4 | RESULTADOS DO RECONHECIMENTO DOS RUÍDOS

Foram definidos dois GHE's. Abaixo estão dispostos nos Quadros 1 e 2 para cada GHE, as informações da exposição ao ruído. As Figuras 6, 7 e 8 evidenciam algumas exposições ao ruído.

Identificação do risco: ruído intermitente e de impacto	
Cargo	Quantidade de Expostos
Caldeireiro	2
Soldador	4
Operador de Guilhotina	1
Operador de Dobradeira	2
Operador de CNC	1
Serralheiro	3
Ajudante de Metalúrgico	2
<b>Posto de trabalho:</b> Galpão fabril	<b>Fontes geradoras:</b> Guilhotina; calandra; máquinas de solda eletrodo e TIG/MIG; dobradeira; máquina de oxicorte e plasma CNC; esmerilhadeira; metaleira; furadeira de coluna; furadeira; máquina de corte portátil; pantográfica; rosqueadeira; policorte; serra fita.
<b>Meio de propagação:</b> Ar	
<b>Caracterização da exposição:</b> Exposição direta ao grupo, sem intervenções entre a fonte e a zona auditiva do trabalhador. Elevada variação da intensidade sonora no tempo.	

Quadro 1 – Exposição do GHE-1

Fonte: Próprio Autor.



Figura 6 – Policorte

Fonte: Próprio autor.



Figura 7 – Guilhotina

Fonte: Próprio autor.

<b>Identificação do risco: ruído contínuo</b>	
<b>Cargo</b>	<b>Quantidade de Expostos</b>
Pintor	1
Auxiliar de pintura	1
<b>Posto de trabalho:</b> Pavilhão de pintura	<b>Fontes geradoras:</b> Compressor; pistola de pintura.
<b>Meio de propagação:</b> Ar	
<b>Caracterização da exposição:</b> Exposição direta ao grupo, sem intervenções entre a fonte e a zona auditiva do trabalhador. Intensidade sonora contínua no tempo.	

Quadro 2 – Exposição do GHE-2

Fonte: Próprio autor.



Figura 8 – Compressor

Fonte: Próprio autor.

A empresa dispõe de medidas de controle contra o ruído, de caráter individual e constituem-se em protetores auditivos.

## 5 | RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO RUÍDO INTERMITENTE (GHE-1)

O valor da dose de ruído intermitente do GHE-1, medido pelo dosímetro, foi de **D = 135%**. Utilizando a equação (4), para um tempo de integração de 122 minutos, foi encontrado  **$L_{eq} = 86,32 \text{ dB(A)}$** .

Para a comparação com o LT determinado pela NHO01, a projeção encontrada, para uma jornada diária efetiva de trabalho de 9 horas, utilizando a equação (8) foi de  **$D_d = 600,64\%$** , valor aproximadamente 6 vezes acima do LT, que é de 100%.

Com este valor da  $D_d$ , pôde ser encontrado o valor do NE, utilizando a equação (4), de **NE = 92,27 dB (A)**.

A comparação com os LT da NHO01 pode ser feita pelo valor da  $D_d$ , como realizada anteriormente, ou pelo NPS, em dB. Para que seja feita por esta segunda comparação, é determinado pela NHO01 que o valor do NE deve ser convertido para o NEN. Utilizando a equação (2) foi encontrado o valor de **NEN = 92,79 dB (A)**.

De acordo com a NHO01, o tempo máximo permissível é de aproximadamente **1 hora e 16 minutos**, para exposição ao valor aproximado de **NEN = 93 dB (A)**. Sendo assim, o GHE-1 está exposto a um nível acima do LT, confirmando a primeira comparação.

## 6 | RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO RUÍDO CONTÍNUO (GHE-2)

O valor da dose de ruído contínuo do GHE-2 foi de **D = 6,41%**. Utilizando a



equação (4), para um tempo de integração de 25 minutos, foi encontrado **Leq = 73,06 dB (A)**. O valor da dose projetado, utilizando a equação (8) para a jornada diária efetiva de trabalho foi de **Dd = 138,46%**. Este valor está acima do LT (100%).

Com este valor da  $D_d$  do GHE-2, também pôde ser calculado o NE, utilizando a equação (4), de **NE = 85,90 dB (A)**.

Também foi feita a comparação pelo NPS, além da  $D_d$ , para o GHE-2. Utilizando a equação (2), foi encontrado o valor de **nen = 86,41 dB (A)**. De acordo com a NHO01, o tempo máximo permissível é de aproximadamente **5 horas e 3 minutos**, para exposição ao valor aproximado **NEN = 87 dB (A)**. Sendo assim, o GHE-2 está exposto a um nível acima do LT, confirmando a comparação anterior.

## 7 | RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO RUÍDO DE IMPACTO (GHE-1)

O valor do *NPS* medido pelo decibelímetro, que representa o nível de ruído de impacto foi de **98,60 dB(C)**. Este valor é inferior ao LT que, de acordo com a NR-15, é de **120 dB(C)**.

## 8 | PROPOSTAS DE MEDIDAS DE CONTROLE DOS RUÍDOS

Como proposta de medidas de prevenção coletivas, para o controle da exposição dos GHE's 1 e 2, propõe-se que seja realizado um plano de manutenção das fontes geradoras, a fim de reduzir ou eliminar fatores que ocasionam o ruído. Este plano de manutenção e seu objetivo devem estar integrados ao PPRA, o qual disporá de um monitoramento com a finalidade de quantificar a redução dos níveis de ruído. Entretanto, esta não é uma medida que trará uma melhoria quantificável a curto prazo.

Como medida de caráter administrativo, propõe-se a redução da jornada diária efetiva do trabalho. No caso de uma redução de 9 para 8 horas efetivas diárias, para o GHE-1, a  $D_d$  se reduziria a  **$D_d = 533,90$** , e para o GHE-2, se reduziria a  **$D_d = 123,07\%$** .

Uma redução na jornada diária de trabalho pode ser economicamente significativa. Então, como medida de caráter individual, propõe-se o uso de protetores auditivos. A empresa já faz o uso de protetores auditivos, do tipo plug, do fabricante Kalipso, em todos os trabalhadores do setor de produção. Utilizando o método de atenuação  $NRR_{sf}$ , sendo  $NEM$  o NPS medido e  $NRR_{sf} = 13dB$  o valor de atenuação fornecido pelo fabricante, na equação (9), obtém-se os valores de  **$NPS_c = 79,79 dD(A)$**  para o GHE-1, e  **$NPS_c = 73,41 dB (A)$**  para o GHE-2. Estes valores são inferiores ao nível de ação, determinado de 82 dB pela NHO01 e são considerados como aceitáveis. Basta então a manutenção desta condição, que deve ser de parte do PPRA.

Referindo-se ao ruído de impacto medido para o GHE-1, são dispensadas propostas de controle, pelo fato do nível de pico estar consideravelmente abaixo do

LT. Contudo, a NR-15 não estabelece um nível de ação para o ruído de impacto, tornando impossível julgar a necessidade de ações preventivas. Porém, as medidas de controle adotadas para o GHE-1 devido ao ruído intermitente, refletirão indiretamente na diminuição do nível de pico.

Na Figura 9 é possível visualizar os valores medidos e os valores com atenuação do protetor auditivo e compará-los com os LT e níveis de ação considerados.

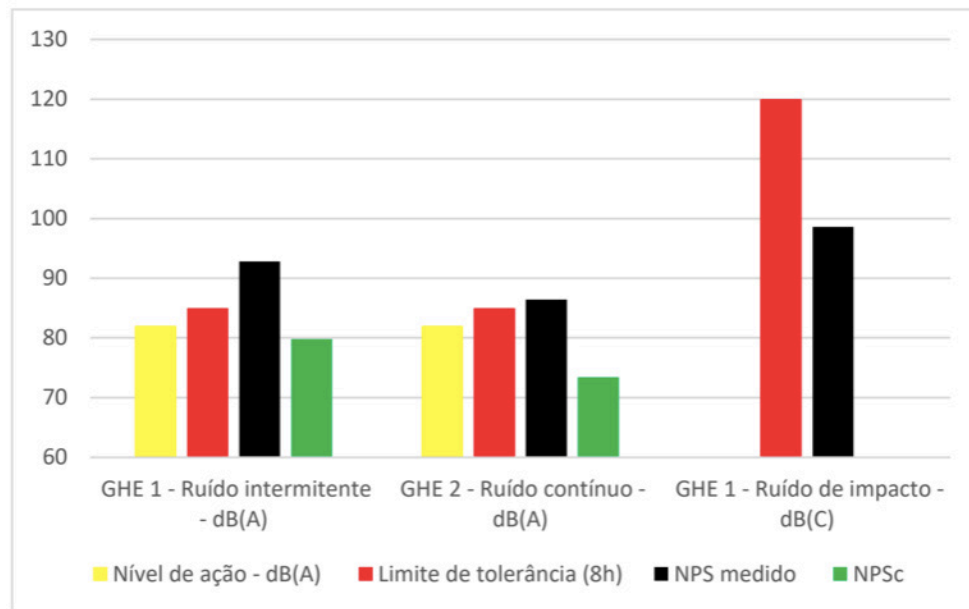


Figura 9 – Níveis por GHE e tipo de ruído

Fonte: Próprio Autor.

## 9 | CONCLUSÃO

Ao serem utilizados métodos e ferramentas usuais na HO, com o aprofundamento requerido pelas normas técnicas e legais para a obtenção de dados legítimos, é iniciada uma melhoria na prevenção de ruídos nas atividades de metal mecânica.

Na SOTEC, o estudo promoveu melhorias pontuais, que dentre estas destacam-se o uso de instrumentos para a quantificação do ruído e a adoção de medidas preventivas de acordo com as determinações da NR-9.

Foi evidenciada a necessidade de uma atenção especial quanto ao ruído nas atividades de metal mecânica. Recomenda-se, para estudos futuros, a repetição das medições, e a utilização de métodos estatísticos, com a finalidade de obter-se uma confiança quanto aos valores dos níveis de ruído e conseqüentemente a adequada formação dos GHE's.

Foram também observados outros tipos de riscos físicos, como também os agentes químicos. Recomenda-se para estudos futuros uma abordagem de tais riscos introduzindo os métodos de análise da HO, bem como do PPRA, elucidando os parâmetros estabelecidos na NR-9. Também para estudos futuros é esperado que os

métodos utilizados alcancem os setores que não puderam ser estudados. O objetivo de tais recomendações é a efetivação do PPRA com total abrangência na empresa.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION. **A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures**. 3<sup>rd</sup>. Fairfax. 2006. 452 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-9-Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 1978a. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em 12 dez. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-5-Comissão Interna de Prevenção de Acidentes**. Brasília, 1978b. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em 12 dez. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15-Atividades e operações insalubres**. Brasília, 1978c. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em 12 dez. 2017.

FREITAS, L. C. **Manual de segurança e saúde do trabalho**. 3. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2016. 723 p.

FUNDACENTRO. **Estatuto da Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho–FUNDACENTRO**. São Paulo: [196-?]. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/institucional/estatuto>>. Acesso em 21 fev. 2018.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional–NHO01**: Procedimento Técnico - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. [S.l.]. 2001. 37 p.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional–NHO06**: Procedimento técnico - avaliação da exposição ocupacional ao calor. [S.l.]. 2002. 45 p.

FUNDACENTRO. **Introdução à Higiene Ocupacional**. São Paulo: 2004. 83 p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Normas Regulamentadoras**. [S.l.], set. 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R. PPRA/PCMSO: auditoria, inspeção do trabalho e controle social. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, Jan./Fev. 2004. v. 20, nº 1. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2004000100039&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000100039&lang=pt)>. Acesso em: 14 dez. 2017.

PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. **Higiene Ocupacional II**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. 212 p.

RODRIGUES, C. A. **Análise dos níveis de ruído e exposição ao calor em uma empresa de vidros temperados**. 2015. 43 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho)- Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPRA**. 8. ed. São Paulo: LTr Editora, 2017. 389 p.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. **Panorama em Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria:** Brasil e Unidades da Federação 2004: setor de metalurgia básica e metal mecânica. Brasília: SESI/DN, 2011. 198 p

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. **Técnicas de avaliação de agentes ambientais:** Manual SESI. Brasília: SESI/DN, 2007. 294 p.

SILVA, L. A. D. **Avaliação dos níveis de ruído ocupacional do setor de conversão de guardanapos em uma indústria de papel para uso doméstico e higiênico-sanitário.** 2015. 142 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2. ed. Poto Alegre: Bookman, 2001. 201 p.



## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-255-5

