



ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos

Elói Martins Senhoras
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021



ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos

Elói Martins Senhoras
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Kimberlly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Elói Martins Senhoras

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos / Organizador Elói Martins Senhoras. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-890-8

DOI 10.22533/at.ed.908211503

1. Engenharia de Produção. I. Senhoras, Elói Martins (Organizador). II. Título.

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A evolução do campo técnico-científico da Engenharia da Produção está diretamente relacionada com a construção histórica das 4 Revoluções Industriais materializadas desde o século XVIII, o que influenciou de modo recíproco, tanto, na consolidação de novas ideias, técnicas e métodos, quanto, na emergência de novos desenvolvimentos das estruturas organizacionais e dos sistemas produtivos.

Contextualizado pela difusão de uma história de 4 séculos dos contemporâneos conhecimentos científicos do campo da Engenharia de Produção, o presente livro traz uma abordagem empírica nacional por meio de um conjunto de estudos que valorizam a produção científica brasileira em uma área de estudos que somente se desenvolveu com robustez a partir da segunda metade do século XX.

Partindo da centralidade que a Engenharia de Produção possui no desenvolvimento organizacional e produtivo, esta obra intitulada “Engenharia de Produção: Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 1” combina uma série de conhecimentos, métodos e técnicas consolidadas internacionalmente por este campo científico ao longo do tempo com uma análise empírica fundamentada em estudos de caso da realidade brasileira.

O objetivo do presente livro é apresentar uma coletânea diversificada de estudos teóricos-empíricos sobre a realidade dos sistemas organizacionais e produtivos à luz de um olhar multidisciplinar próprio do campo de Engenharia de Produção que se manifesta pelas influências de diferentes conhecimentos de *soft e hard science*.

Os 20 capítulos apresentados neste livro foram construídos por um conjunto diversificado de profissionais, oriundos de diferentes estados das macrorregiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, os quais colaboram direta e indiretamente para a construção multidisciplinar do campo científico da Engenharia de Produção no país por meio de uma série de estudos sobre a realidade empírica da área.

A proposta implícita nesta obra tem no paradigma eclético o fundamento para a valorização da pluralidade teórica e metodológica, sendo este livro construído por meio de um trabalho coletivo de pesquisadoras e pesquisadores de distintas formações acadêmicas e expertises, o que repercutiu em uma rica oportunidade para explorar as fronteiras das discussões no campo da Engenharia de Produção.

A indicação deste livro é recomendada para um extenso número de leitores, uma vez que foi escrito por meio de uma linguagem fluída e de uma abordagem didática que valoriza o poder de comunicação e da transmissão de informações e conhecimentos, tanto para um público leigo não afeito a tecnicismos, quanto para um público especializado de acadêmicos interessados pelos estudos de Engenharia de Produção.

Excelente leitura!

Elói Martins Senhoras

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM ATIVA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO DOS MAPAS MENTAIS

Edson Pedro Ferlin

Marcos Augusto Hochuli Shmeil

DOI 10.22533/at.ed.9082115031

CAPÍTULO 2..... 12

FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS PARA A INDÚSTRIA 4.0

Aline Eurich da Silva

Elis Regina Duarte

Gabriela Guilow

DOI 10.22533/at.ed.9082115032

CAPÍTULO 3..... 23

FORMAÇÃO EM ENGENHARIA PARA A INDÚSTRIA 4.0: APRENDENDO A PROTEGER E PROSPECTAR INFORMAÇÕES DE REGISTROS DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Vinícius de Castro Cruz Alarcão

Cristina Gomes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.9082115033

CAPÍTULO 4..... 35

CONTRIBUIÇÃO DO ENSINO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO À ERRADICAÇÃO DA FOME

Carlos Roberto Franzini Filho

Adiloderne Nogueira Souza Filho

Alexandre Tavares Soares

Andreza Benatti B. Cassettari

DOI 10.22533/at.ed.9082115034

CAPÍTULO 5..... 47

PROCUREMENT 4.0: IMPACTOS, OPORTUNIDADES E TENDÊNCIAS

Robson Elias Bueno

Helton Almeida dos Santos

Rodrigo Carlo Tolo

Silvia Helena Bonilla Mosca

DOI 10.22533/at.ed.9082115035

CAPÍTULO 6..... 60

ANALISE DE SÉRIES TEMPORAIS: PREVISÃO ANUAL DA DEMANDA DE SOJA NO ESTADO DE GOIÁS

Alysson Lourenço Rodrigues Lima

Lidia Christine Silva Oliveira

Yasmin Teodoro Martins

Rodrigo Silva Oliveira

Frederico Celestino Barbosa

CAPÍTULO 7..... 63

THE EVOLUTION OF THE BRAZILIAN SUPPLYING ELECTRIC ENERGY MATRIX CONSIDERING THE INCLUSION OF RENEWABLE SOURCES IN A HYDROTHERMAL SYSTEM

Francisco Alexandre Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.9082115037

CAPÍTULO 8..... 82

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA TFM E CFD-DEM APLICADOS EM LEITO FLUIDIZADO

Fernando Manente Perrella Balestieri

Carlos Manuel Romero Luna

Ivonete Ávila

DOI 10.22533/at.ed.9082115038

CAPÍTULO 9..... 88

PROCEDIMENTO DE REDUÇÃO DAS AVALIAÇÕES DO AHP POR TRANSITIVIDADE DA ESCALA VERBAL DE SAATY

Luiz Octávio Gavião

Gilson Brito Alves Lima

Pauli Adriano de Almada Garcia

DOI 10.22533/at.ed.9082115039

CAPÍTULO 10..... 103

ANÁLISE CVL APLICADA A UMA ESCOLA PRESTADORA DE SERVIÇOS DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, ESTADO DO PARÁ

Eliani da Silva Gama

Luanna Gomes Jesus

Nayara Côrtes Filgueira Loureiro

Davi Arthur Seixas da Silva

Iariane Carneiro Xavier

DOI 10.22533/at.ed.90821150310

CAPÍTULO 11..... 115

ANÁLISE DO CUSTO RELACIONADO AO PROCESSO DE RESFRIAMENTO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

Bruno Aldrighi Silveira

Régis da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.90821150311

CAPÍTULO 12..... 121

CONTRASTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DOS MÉTODOS DE CUSTEIO ABC E UEP: VANTAGENS E DESVANTAGENS EM SUA IMPLANTAÇÃO

Lidia Christine Silva Oliveira

Yasmin Teodoro Martins

Rodrigo Silva Oliveira

Márcio Alexandre Fischer
Lissandra Andréa Tomaszewski
DOI 10.22533/at.ed.90821150312

CAPÍTULO 13..... 126

A PÓS-VENDA ANALISADA SOB A LUZ DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE LEGALIZAÇÃO DE ESTRANGEIROS

Tayná de Oliveira Santos
Maria Inês Vasconcellos Furtado

DOI 10.22533/at.ed.90821150313

CAPÍTULO 14..... 143

ESTUDO SOBRE O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) EM UMA INDÚSTRIA DE SUCOS

Bruna Grassetti Fonseca
Ana Paula Silva Saldanha
Audrey Ranna Alves Martins
Letícia Caldeira de Paula

DOI 10.22533/at.ed.90821150314

CAPÍTULO 15..... 157

RETORNO ELÁSTICO DO AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA DP 600

Christyane Oliveira Leão Almeida
Luís Henrique Lopes Lima
Gilyane Oliveira Leão Almeida
Marcelo dos Santos Pereira

DOI 10.22533/at.ed.90821150315

CAPÍTULO 16..... 163

PROPOSTA DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO DE FARMÁCIA – UFAM – ICET

Laira Melo da Cunha
Midiane Stéfane Maquiné Matos
Keyciane Rebouças Carneiro
Jefferson da Silva Coelho

DOI 10.22533/at.ed.90821150316

CAPÍTULO 17..... 177

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS PREVENCIÓNISTAS NA MELHORIA CONTINUA DO GERENCIAMENTO DE RISCOS

Túlio Henrique Silva Costa
Vinicius José Appolloni

DOI 10.22533/at.ed.90821150317

CAPÍTULO 18..... 189

ANÁLISE DOS RISCOS FÍSICOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO EM MOTOCOVEADOR MANUAL

José Antonio Poletto Filho
João Eduardo Guarnetti dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.90821150318

CAPÍTULO 19.....203

TREINAMENTO PSICOFÍSICO LÚDICO COM ESTIMATIVA MANUAL DE PESO

Adakrishna Sampaio Saraiva Bitencourte

Renata Lopes Pacheco

DOI 10.22533/at.ed.90821150319

CAPÍTULO 20.....213

OTIMIZAÇÃO DA DOSE DE RUÍDO OCUPACIONAL UTILIZANDO O PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

Déborah Aparecida Souza dos Reis

Jorge von Atzingen dos Reis

Marcus Antonio Viana Duarte

DOI 10.22533/at.ed.90821150320

SOBRE O ORGANIZADOR.....225

ÍNDICE REMISSIVO.....226

CAPÍTULO 18

ANÁLISE DOS RISCOS FÍSICOS: RUÍDO E VIBRAÇÃO EM MOTOCOVEADOR MANUAL

Data de aceite: 01/03/2021

José Antonio Poletto Filho

Centro Universitário Eurípides de Marília –
UNIVEM

Joao Eduardo Guarnetti dos Santos

Universidade Estadual Paulista – UNESP

RESUMO: O presente estudo buscou descrever a atividade dos profissionais que utilizam motocoveador manual, considerando para este fim: a metodologia do trabalho, as alterações na legislação e a intensidade dos agentes físicos: ruído e vibração. Com este objetivo, surgiu a necessidade de responder ao seguinte problema de pesquisa: qual a efetividade das normas de segurança no trabalho na proteção do trabalhador ao manusearem equipamento que geram ruído e vibração? A pesquisa tem como justificativa o conhecimento e reconhecimento das lesões provocadas pelo agente analisado. Concluiu-se que os níveis dos agentes em foco estão acima dos limites preconizados pela legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança no trabalho, insalubridade, agentes físicos, perfurador de solo.

ANALYSIS OF PHYSICAL RISKS: NOISE AND VIBRATION IN MANUAL GROUND DRILLER

ABSTRACT: The present study sought to describe the activity of professionals using manual ground driller, considering for this purpose: work methodology, changes in legislation and intensity of physical agents: noise and vibration. To this end, the need to respond to the following research problem has arisen: what is the effectiveness of occupational safety standards in protecting workers when handling equipment that generates noise and vibration? The research has with justification the knowledge and recognition of the lesions provoked by the analyzed agent. It was concluded that the levels of agents in focus are above the limits recommended by the legislation.

KEYWORDS: Safety at work;, unhealthy by noise and vibration, physical agents, soil boring machine.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Casagrande (2015) a legislação referente à Higiene, Segurança e Medicina no trabalho são matérias de ordenamento jurídico constitucional, direito social dos trabalhadores segundo os quais estes devem exercer suas funções em um ambiente seguro e salubre, sendo que o empregador deverá providenciar medidas necessárias para eliminar os riscos provenientes da atividade conforme inciso XXII do art. 7º da Constituição Federal que preconiza a redução dos riscos inerentes ao trabalho, por

meio de normas de saúde, higiene e segurança. Os artigos 196º a 200º da carta constitucional inferem que a saúde é um direito de todos e dever do Estado, ainda no seu artigo 6º garante o direito à saúde, trabalho, segurança e à previdência social, desta forma é dever do estado a regulamentação, fiscalização e controle, dos ambientes laborais. Já a Magna Carta também assegura o direito ao meio ambiente de trabalho equilibrado, por meio da utilização de técnicas, métodos e substâncias que não impliquem em risco para a vida dos que ali labutam. Já a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), nos seus artigos 154º a 201º, com redação da Lei 6.514/77 que trata das Normas Regulamentadoras relativas à Segurança e Medicina no Trabalho, impõem a responsabilidade pela fiscalização ao Poder Público, portanto não há discussão quanto à responsabilidade deste em fiscalizar e exigir o cumprimento das normas referentes à qualidade dos ambientes de trabalho, e a obrigação das empresas em se adequarem às Leis e Portarias publicadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (GARCIA, 2010).

Recentemente a Lei nº13.467, aprovada em 13 de Junho de 2017, trouxe diversas alterações à CLT. Uma delas diz respeito ao adicional de insalubridade, um instrumento que integra o sistema geral de proteção ao trabalhador, e que segundo Porto (2017), está em desacordo com a Convenção 155 da OIT, que trata das medidas de proteção adequadas quanto aos agentes e as substâncias químicas, físicas e biológicas no ambiente de trabalho.

Vibração: as alterações introduzidas em Agosto de 2014 pela Portaria nº 1.297, que trata da nova legislação sobre a Vibração e altera a Norma Regulamentadora nº9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) no Anexo n.º 8, pode não surtir o efeito previamente almejado. As alterações proposta pela referida portaria são: 1º - Inclusão do Anexo 1 (Vibração) no Programas de Prevenção de Riscos Ambientais; 2º - Alterado o Anexo 8 (Vibração) da Norma Regulamentadora n.º 15 – Atividades e Operações Insalubres; 3º - O item 2.3 do Anexo 1 – Vibração do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais somente será válido para ferramentas fabricadas um ano após a publicação deste anexo, sem prejuízo das obrigações já estabelecidas em outras normas oficiais vigentes.

Assim sendo, antes da publicação dessa portaria não havia parâmetros para determinar se uma atividade era insalubre ou não em decorrência das atividades com vibração, e com o surgimento deste novo enfoque a insalubridade por vibração passa a ser caracterizada da seguinte maneira: exposição ocupacional diária a Vibração de Mãos e Braços (VMB) correspondente a um valor de Aceleração Resultante de Exposição Normalizada (aren) de 5 m/s². As situações de exposição à Vibração de Mãos e Braços superiores aos limites de exposição ocupacional são caracterizadas como insalubres em grau médio.

RUÍDO: As máquinas agrícolas em geral expõem os trabalhadores a níveis de ruído acima do permitido pela legislação, conforme a Norma Regulamentadora nº 15 da portaria 3.214 DE 1978 (SANTOS, 2004).

De acordo com Delgado, (1991) os níveis de ruídos que estejam no intervalo de 65 a 85 dB (A), causa efeitos psíquico fisiológicos no trabalhador agindo no sistema nervoso, podendo causar aumento da pressão sanguínea e de batimentos cardíacos, interferindo com o sono, a pressão arterial, causando stress. De acordo com Mendes (2005) normalmente ruído é definido como um som indesejável, já a NIOSH (1998) define ruído como um som errático, intermitente ou com oscilação estaticamente aleatória. Segundo a NIOSH (1996) perda auditiva ocupacional é um dos problemas os mais importantes da atualidade, afetando trabalhadores na indústria, construção civil, transporte, agricultura, entre outras atividades.

No estudo em tela foi discutido o ordenamento jurídico referente à legislação trabalhista, especificamente quanto aos agentes físicos: ruído e vibração, e a efetiva proteção ao trabalhador refletindo na melhoria das condições de trabalho e a diminuição das doenças e lesões causadas por este.

2 | JUSTIFICATIVA

Segundo Saliba (2014) o agente físico: vibração, não é tão estudado quando comparado com os outros agentes, mas a sua ocorrência nos locais de trabalho é frequente e seus efeitos sobre o trabalhador considerável, sendo desta forma o seu conhecimento, avaliação e controle muito importante, já o ruído, apesar de ser um agente mais estudado e conhecido pode trazer severas consequências para o trabalhador exposto.

3 | OBJETIVO

A proposta deste trabalho foi analisar a exposição aos agentes físicos: ruído e vibração que estão expostos os trabalhadores que utilizam perfurador de solo motorizado também denominado de motocoveador manual, e a evolução da legislação referente aos limites de tolerância encontrados no ordenamento jurídico brasileiro referente à saúde e segurança no trabalho, especificamente na Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e Operações Insalubres, anexos: 1 e 8.

4 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As atividades profissionais que exponham os trabalhadores a níveis excessivos de vibração transmitida ao sistema mão-braço têm provocado consequências e efeitos funestas à saúde dos obreiros o que acaba por culminar em enfermidades denominadas por Síndrome de Reynolds (MENDES, 2005).

Considerando agora que a expansão da fronteira agrícola nacional foi acompanhada do aumento da mecanização no campo, forçada principalmente pela exigência de produtividade, neste sentido vários equipamentos tornaram-se presentes neste ambiente

de trabalho, aumentando desta forma a preocupação com os operadores destas máquinas agrícolas, sujeitos aos riscos inerentes da operação destes equipamentos (EUCLIDES, et al, 2012). Entre estes riscos tem-se o ruído e a vibração, foco deste trabalho.

Para Vendrame (2005) a vibração provoca vários efeitos no trabalhador, dos quais cita: perda de equilíbrio, alteração do sistema cardíaco, efeitos psicológicos, distúrbios visuais, efeitos no sistema gastrointestinal, comprometimento de alguns órgãos e degeneração gradativa do tecido muscular e nervoso.

Ainda segundo o mesmo autor (2009), a eliminar da vibração é praticamente impossível, haja vista que todos os equipamentos mecânicos sempre produzem vibração em alguma frequência, assim sendo é importante procurar meios de mitigar os efeitos oriundos deste agente.

Segundo OSHA (2005), a Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, a exposição dos trabalhadores a níveis de ruído, acima dos limites de tolerância além da perda de audição pode agravar o estresse, causar problemas gástricos, insônia, impotência sexual, depressão, aumentando o risco de acidentes.

Desta forma, medidas protetivas para o controle do agente em questão devem ser adotadas na tentativa de se evitar o potencial de risco à saúde do trabalhador (SOEIRO, 2011). Ainda o mesmo autor comenta que as medidas adotadas podem ser de caráter construtivo, consideradas com proteção coletiva (projeto da máquina), caráter organizacional (reorganização do trabalho) e a o fornecimento de Equipamento de Proteção Individual.

Vibração: Os distúrbios vasculares observados em indivíduos expostos a vibrações de mãos e braços foram observados pela primeira vez por Reynaud (1969) em 1862e foi descrito na obra intitulada *Local Asphyxia and Symmetrical Gangrene of the Extremities*. Pesquisadores italianos, em 1911 descreviam a síndrome da vibração nos trabalhadores que operavam martelletes, correlacionando com o fenômeno de Reynaud (VENDRAME 2005).

Ainda segundo Vendrame (2005) um estudo realizado no ano de 1918 foi descrito em trabalhadores que utilizavam martelletes na atividade de mineração uma anemia das mãos denominada de síndrome da vibração também associada á utilização de motosserras no trabalho florestal.

No Brasil a Portaria nº 1339 (1999), do Ministério da Saúde, considera as vibrações localizadas como agentes de risco de natureza ocupacional.

Conforme define lida (2005), movimento que se repete em intervalos de tempo constantes podem ser denominados de vibração, isto é, o estudo do movimento de oscilação de um corpo em torno de uma posição de equilíbrio, bem como das forças ou momentos a ele associadas. Já para Mendes (2005) a vibração é uma grandeza vetorial e, portanto com magnitude, direção e sentido, desta forma além destas variáveis outras devem ser levadas em consideração quando se trata de vibração localizada: área de contato com a vibração, força de contato, postura do dedo, mão ou braço e temperatura.

A vibração é um fenômeno natural presente em todos os corpos existentes, desta forma o corpo humano também possui uma vibração natural e quando coincide com a frequência do equipamento utilizado pelo trabalhador, implica em amplificação do movimento oscilatório, sendo assim a energia vibratória é absorvida pelo organismo devido a atenuação promovida pelos tecidos e órgãos (VENDRAME, 2005).

Regazzi e Ximenes, (2005) comentam que a sensibilidade a vibrações é diferente, dependendo do eixo cartesiano adotado: vibrações longitudinais, ao longo do eixo z, da coluna vertebral é distinta da sensibilidade transversal, eixos x ou y, ao longo dos braços ou através do tórax, sendo que em cada direção, a sensibilidade varia com a frequência, assim, para determinada frequência, a aceleração tolerável é diferente daquela em outra frequência.

Segundo comenta Saliba (2014) as vibrações podem ser classificadas da seguinte forma: Vibração ocupacional de corpo inteiro - transmitidas ao corpo como um todo, geralmente por meio da superfície de suporte, tal como pé, costas, nádegas; Vibração ocupacional mão e braço ou localizada - atingem determinadas regiões do corpo do trabalhador, principalmente: mãos, braços.

A vibração pode causar desconforto intolerável, dependendo da atividade desenvolvida, desta forma os valores de conforto dependem de vários fatores, alguns até subjetivos. Desta forma a evolução da legislação referente ao agente físico em questão aconteceu a partir da Portaria MTE N° 1297 de 13/08/2014 (BRASIL, 2014). Cabe ressaltar que não havia até o ano de 2014, normatização nacional definida para o agente físico vibração, somente a partir desta data, com o advento da referida portaria a exposição ao agente pode ser definido com insalubre ou não (SALIBA, 2014).

A comprovação ou não da exposição toma por base os limites da norma: vibrações de mão e braço (FUNDACENTRO, 2013). Esta norma define e a direção do movimento, que é dada em três eixos espaciais: **x**(sagital), das costas para frente, **y** (transversal), da direita para esquerda e **z**(vertical), dos pés à cabeça (ROCHA, 2010).

A Tabela 1, retirada da Norma NHO 10, apresenta o critério de avaliação do nível de da Exposição Ocupacional a Vibrações em Mãos e Braços segundo considerações técnicas e a atuação recomendada em função da Aceleração Resultante de Exposição Normalizada (aren) encontrada na condição de exposição avaliada (FUNDACENTRO, 2013).

| arem (m/s²) | Considerações | Atuação recomendada. |
|-------------------------------|---------------------------|---|
| 0 2,5 | Aceitável | Nenhuma |
| 2,5 3,5 | Acima do nível de ação | Medidas preventivas. |
| 3,55,0 | Incerteza | Medidas corretivas, redução da exposição. |
| Acima 5,0 | Acima limite de exposição | Medidas corretivas. |

Tabela 1: Critério de julgamento
 Fonte: NHO 10, Fundacentro, 2013

Ainda de acordo com a norma NHO 10 (FUNDACENTRO, 2013), para determinação da vibração total transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}) durante a realização da atividade com o equipamento em análise é determinado de acordo com a equação I.

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (I)$$

Onde: a_{hwx} ; a_{hwy} ; a_{hwz} são os valores das acelerações ponderadas em frequência para os eixos x , y e z , respectivamente.

Para determinação da exposição diária referente a 8 horas A(8) de trabalho utiliza-se a equação II.

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (II)$$

Onde: T é a duração diária total da exposição às vibrações (horas ou minutos) e T_0 é duração de referência de oito horas (horas ou 480 minutos).

Ruído: Com relação ao agente físico ruído e de acordo com a norma NHO 01 da Fundacentro (2001) para fins de comparação com o limite de tolerância (Tabela 2) deve-se determinar o nível de exposição normalizado, por meio da equação III.

$$NEN = NE + 10 \log \frac{T_e}{480} \quad (III)$$

Onde: NEN é nível de exposição normalizado [dB]; NE, nível médio representativo da exposição da ocupação diária [dB]; T_e , jornada diária [min].

| NEM [dB] | Tempo [min] |
|----------|-------------|
| 80 | 1.523,9 |
| 81 | 1.209,52 |
| 82 | 960,00 |
| 83 | 761,95 |
| 84 | 604,76 |
| 85 | 480,00 |
| 90 | 151,19 |
| 95 | 47,62 |
| 100 | 15,00 |
| 115 | 0,46 |

Tabela 2: Limite de exposição NHO 01

Fonte: NHO 01 – Fundacentro (2001)

Assim sendo a tabela acima indica resumidamente o tempo máximo diário de exposição permitida em função do nível de ruído.

Quando se considera o agente físico ruído tomando com referencia a Portaria 3.214/1978 (BRASIL, 78) especificamente a Norma Regulamentadora nº 15 no seu anexo 1: Limite de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente tem-se os níveis de exposição diária permitidos segundo a Tabela 3.

| NEM [dB] | Tempo [min] |
|----------|-------------|
| 80 | -- |
| 81 | -- |
| 82 | -- |
| 83 | -- |
| 84 | -- |
| 85 | 480 |
| 90 | 240 |
| 95 | 120 |
| 100 | 60 |
| 115 | 15 |

Tabela 3: Limite de exposição NR 15

Fonte: Portaria 3.214/1978, BRASIL, 1978.

Para determinação da dose (D) utiliza-se a equação IV, conforme a Norma regulamentadora n.º 15 (Brasil, 1978).

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_N}{T_N} \quad (IV)$$

Quando o resultado exceder a unidade ($D > 1$) a exposição estará acima do limite de tolerância.

Já o Nível Médio Representativo de Exposição Diária (NE) segundo a Norma Regulamentadora nº 15 poderá ser determinado por meio da Equação V:

$$NE = 10 \log \left(\frac{480}{T_e} + \frac{D}{100} \right) + 85 \quad (V)$$

Onde: NE - Nível Médio Representativo de Exposição Diária [dB]; T_e - Tempo de Exposição do trabalhador ao ruído [min]; D – dose [%];

Ainda segundo a portaria 3.214/1978 (BRASIL, 1978) a determinação do Nível de Exposição Normalizado (NEN) é calculado por meio da equação (VI).

$$NEN = NE + 16,61 \log \left(\frac{T_e}{480} \right) \quad (VI)$$

Onde: NEN - Nível de Exposição Normalizado [dB]; NE - Nível Médio Representativo de Exposição Diária [dB]; T_e - Tempo de Exposição do trabalhador ao ruído [min].

A Portaria n.º 3.214/78 (BRASIL, 1978), na Norma Regulamentadora nº 15 define Limite de Tolerância como: “concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”.

5 | METODOLOGIA

Os procedimentos desta pesquisa foram submetidos ao comitê de Ética e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi utilizado.

A crescente mecanização do setor agrícola, principalmente na pequena propriedade rural onde o agricultor que faz uso de equipamentos movidos a motor de combustão interna, vem proporcionando aumento de produtividade, eficiência e melhoria do desempenho dos serviços realizados, carrega a reboque prejuízos à saúde do operador gerados principalmente pelos riscos presentes na operação destas ferramentas. Entre estes riscos pode-se citar: ruído e vibração, risco químico proveniente dos gases de combustão e riscos ergonômicos.

O trabalho em tela não irá discutir as questões ergonômicas, nem tão pouco o risco químico, somente foi avaliando o agente físico vibração localizada, transmitida aos membros superiores dos trabalhadores e ruído na operação de motocoveador manual. Os valores encontrados foram comparados com os limites de tolerância preconizados na legislação atualmente em vigência e nas que as precederam.

Na atividade de coveamento semi-mecanizado o trabalhador deve levar o equipamento até o local de trabalho e lá se deslocar pelo terreno executando as perfurações, transportando uma massa de aproximadamente 20 kg, a situação é agravada quando considerada a elevada carga de trabalho físico, nível de ruído, exigência de posturas inadequadas, e ainda geração de ruído e vibração, estes dois últimos agentes são o foco deste trabalho.

Para realização dos ensaios foram utilizados três equipamentos motocoveadores de fabricantes diferentes com as características descritas a seguir (Tabela 4).

| Equipamento | Potência (CV) | Cilindradas (cm ³) | Diâmetro da broca (m) |
|-------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|
| 1 | 2,0 | 52,0 | 0,15 |
| 2 | 2,0 | 53,0 | 0,20 |
| 3 | 2,2 | 51,7 | 0,20 |

Tabela 4: descrição dos equipamentos utilizados.

Fonte: Autor

O operador realizou três furos com profundidade aproximada de 0,8 m, com cada equipamento, isto é um total de nove furos, em terrenos com características semelhantes, sendo que cada perfuração teve duração de aproximadamente 120 s (2 minutos).

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Vibração: Para o levantamento quantitativo do agente vibração, foi realizada a medição nos três eixos ortogonais x, y e z, metodologia esta adotada pelas normas atuais para que se possa estabelecer a severidade global da vibração.

Assim sendo e considerando a importância do setor agrícola a saúde e segurança dos operadores deste tipo de equipamento, as medições foram realizadas com a utilização de um analisador de vibração com o sensor montado na empunhadura do equipamento (Figura 1).



Figura 1: montagem do sensor de vibração

Fonte: o autor

O ponto de referência das medições foi a palma da mão, área que entra em contato com a empunhadura do perfurador sendo realizada a medida da aceleração segundo os três eixos x, y e z. O equipamento utilizado para avaliar a vibração foi um acelerômetro de três eixos (X, Y & Z) HVM - 200 fabricado pela Larson Davis, que possibilita leituras simultâneas tri axial. O trabalhador procedeu a operação do equipamento com utilização de luvas e demais EPI's, e os procedimentos para o ensaio seguiram o preconizado pela norma da Fundacentro NHO 10 (2013).

Com aplicação da equação (I) determinou-se a aceleração ponderada transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}). Como em cada perfuração foi gerado 120 leituras, tabulou-se apenas as três mais representativas em cada eixo, apresentadas na Tabela 5. A vibração final para cada equipamento e em cada perfuração ($a_{hv}^{x,y}$), onde o índice “x” refere-se ao equipamento e o “y” à perfuração.

| Equipamento 1 | Primeira perfuração | | | | Segunda perfuração | | | | Terceira perfuração | | | |
|---------------|---------------------|-----------|-----------|----------|--------------------|-----------|-----------|----------|---------------------|-----------|-----------|----------|
| | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} |
| | 13,48 | 5,11 | 4,89 | 15,22 | 10,33 | 4,72 | 10,02 | 27,00 | 11,92 | 7,34 | 16,54 | 16,54 |
| | 13,30 | 4,92 | 5,66 | 15,27 | 10,31 | 4,65 | 10,93 | 25,03 | 11,31 | 5,65 | 16,42 | 16,42 |
| | 12,57 | 4,80 | 5,70 | 14,62 | 9,61 | 4,80 | 12,23 | 21,92 | 8,65 | 8,90 | 16,74 | 16,74 |
| | $a_{hv}^{1,1}$ | | | 14,99 | $a_{hv}^{1,2}$ | | | 24,65 | $a_{hv}^{1,3}$ | | | 16,56 |
| Equipamento 2 | Primeira perfuração | | | | Segunda perfuração | | | | Terceira perfuração | | | |
| | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} |
| | 8,37 | 4,08 | 2,90 | 9,75 | 8,47 | 4,42 | 11,26 | 24,54 | 8,47 | 4,42 | 14,02 | 14,02 |
| | 8,01 | 3,86 | 2,75 | 9,31 | 7,27 | 3,35 | 8,057 | 16,81 | 7,70 | 2,30 | 12,72 | 12,72 |
| | 7,45 | 3,84 | 3,02 | 8,92 | 7,70 | 3,71 | 7,461 | 18,09 | 7,70 | 3,71 | 12,03 | 12,03 |
| | $a_{hv}^{2,1}$ | | | 9,17 | $a_{hv}^{2,2}$ | | | 19,44 | $a_{hv}^{2,3}$ | | | 12,57 |
| Equipamento 3 | Primeira perfuração | | | | Segunda perfuração | | | | Terceira perfuração | | | |
| | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} | a_{hwx} | a_{hwy} | a_{hwz} | a_{hv} |
| | 7,17 | 3,46 | 2,60 | 8,37 | 6,57 | 3,55 | 12,87 | 17,76 | 6,57 | 3,55 | 14,88 | 14,88 |
| | 8,13 | 4,91 | 5,12 | 10,80 | 6,70 | 4,04 | 9,82 | 18,34 | 6,71 | 3,03 | 12,28 | 12,28 |
| | 8,24 | 5,52 | 4,67 | 10,96 | 6,37 | 3,68 | 10,78 | 16,82 | 7,37 | 4,65 | 13,06 | 15,70 |
| | $a_{hv}^{3,1}$ | | | 10,04 | $a_{hv}^{3,2}$ | | | 17,64 | $a_{hv}^{3,3}$ | | | 14,28 |

Tabela 5: resultados tabulados segundo a equação (I)

Os valores de aceleração para cada equipamento foi determinada da mesma forma, isto é, a somatória dos valores de vibração de cada equipamento ($a_{hv}^{x,y}$) e dividindo-se Po e estão transcritas na Tabela 6.

| | Equipamento 1 | Equipamento 2 | Equipamento 3 |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Vibração (m/s ²) | 18,73 | 13,90 | 13,98 |

Tabela 6: Nível de vibração para cada equipamento

Fonte: o autor

Aplicando-se a equação (I) determinou-se a vibração total transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}) para equipamento e perfuração, sendo que a média das três perfurações para cada equipamento (a_{hv}^{x-y}) é: 207,19 m/s^2 . Para determinação da exposição diária, referente às 8 horas (A(8)), utilizou-se a equação (II), considerando que o tempo efetivo de trabalho (T) foi de duas horas, os resultados estão apresentados na Tabela 7.

| Equipamento | a_{hv} (m/s^2) | A(8) (m/s^2) |
|-------------|----------------------|------------------|
| 1 | 18,73 | 9,36 |
| 2 | 13,90 | 6,95 |
| 3 | 13,98 | 6,99 |

Tabela 7: resultados

Fonte: o autor

Após a aplicação das equações pertinentes, realizou-se a análise dos resultados obtidos considerando-se os valores permissíveis da vibração segundo a norma da Fundacentro NHO 10 que estipula os níveis de ação e limites de exposição para vibração total transmitida ao sistema mão-braço (a_{hv}) da exposição diária, referente a 8 horas A(8), de acordo com a Tabela 8.

| Perfuração | a_{hv} (m/s^2) | a_{hv} máx. (m/s^2) | A(8) (m/s^2) |
|------------|----------------------|---------------------------|------------------|
| Primeira | 18,73 | 15,27 | 9,36 |
| Segunda | 13,90 | 27,00 | 6,95 |
| Terceira | 13,98 | 16,74 | 6,99 |
| Média | | 19,67 | 7,76 |

Tabela 8: resultado - agente físico vibração

Fonte: o autor

Foi observada variação da vibração captada pela mão do operador com pico máximo de 27,00 m/s^2 e exposição diária referente a 8 horas A(8) de 7,76 m/s^2 , não atendendo ao que preconiza a norma da Fundacentro NHO 10. Considerando o nível máximo aceitável como 2,5 m/s^2 a utilização do motocoveador causando dano ao operador já a partir de 40 minutos de operação, superando o Limite de ação exigindo medidas preventivas.

Ruído: para as avaliações deste agente foi utilizado medidor integrador de fabricação Instrutherm (DOS - 600), sendo o microfone fixado próximo a orelha direita, conforme procedimentos propostos pela norma da Fundacentro NHO 01. Os ensaios de ruído e vibração foram realizados simultaneamente. Na Tabela 9 estão apresentados os níveis de pressão sonora projetadas para uma jornada de 8 horas, isto é, a dose de ruído (A(8)).

| | Dose – A(8) % | | |
|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | Primeira perfuração | Segunda perfuração | Terceira perfuração |
| Equipamento 1 | 120,7 | 122,0 | 142,5 |
| Equipamento 2 | 106,8 | 104,9 | 109,4 |
| Equipamento 3 | 98,4 | 103,2 | 102,0 |

Tabela 9: dose de ruído

Fonte: o autor

Considerando que o limite de tolerância para o agente ruído, segundo a Norma Regulamentadora n.º 15 é 85 dB (A) para uma exposição de 8 horas, denota-se pelos dados da tabela acima que a dose diária foi suplantada em todos os ensaios o que poderá causar prejuízos à saúde do trabalhador.

71 CONCLUSÃO

As avaliações levadas a cabo e apresentadas neste artigo permitiram compreender o fenômeno da vibração e ruído em motocoveadores, onde foi possível identificar o elevado nível gerado pelo referido equipamento, indicando que o trabalhador não pode ser exposto a estes dispositivos por um período de tempo muito longo.

É importante que os fabricantes estejam atentos à norma NHO 10 da Fundacentro que estabelece os níveis de ação e limite exposição de acordo com a vibração que é transmitida ao sistema mão braço do operador, evitando prejuízo à saúde dos trabalhadores que utilizam estes equipamentos. Desta forma conclui-se que a evolução da legislação de saúde e segurança no trabalho, não é suficiente para proteger os operadores de máquinas e equipamentos, que como demonstrado, apresentam um alto nível de ruído e vibração, desta forma o tempo máximo de exposição ao agente deve ser corretamente estabelecido e obedecido para que não haja problemas com a saúde do operador. Não menos importante, são os trabalhadores que estão ao redor do operador da máquina, que devem merecer a mesma atenção, pois estão sujeitos aos mesmos agentes.

Sabe-se que o controle dos agentes estudados tem início no projeto da máquina em fatores como: facilidade de manejo, tamanho, design, massa, que devem ser estudados para mitigar os efeitos nocivos transmitidos aos operadores destes equipamentos. Do exposto no trabalho em foco conclui-se da necessidade de um processo de reengenharia do equipamento visando adequá-lo às normas de segurança e conforto. Os demais agentes e situações expostas e não abordadas no trabalho em tela devem ser consideradas para trabalhos futuros.

Finalizando deve-se considerar que os riscos da exposição a vibrações mecânicas e ruído ocupacional devem seguir o princípio da prevenção em Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, isto é: eliminar o risco na fonte ou reduzi-lo ao mínimo.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Portaria 1339 GM de novembro de 1999, disponível em <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho_2ed_p1.pdf>, acesso em junho 2017.

BRASIL, Portaria MTE nº 1297 de 13/08/2014, *Aprova o Anexo 1 - Vibração - da Norma Regulamentadora nº 9 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), altera o Anexo 8 - Vibração - da Norma Regulamentadora nº 15 - Atividades e Operações Insalubres, e dá outras providências.*, acesso em janeiro 2018, disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=273605>>;

CASAGRANDE, R., 2015, O adicional de insalubridade: um direito constitucional trabalhista, disponível em <<https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/9195/O-adicional-de-insalubridade-um-direito-constitucional-trabalhista>>, acesso em janeiro/2018.

EUCLIDES Filho, K., FONTES, R. R., CONTINI, E., Campos, F. A. A., 2012, Revista Política Agrícola, Papel da ciência e da tecnologia na agricultura do futuro; disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/930906/1/Opapeldaciencia.pdf>>, acesso em janeiro 2018.

FUNDACENTRO 2013, Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibrações em Mãos e Braços, NHO 10.

GARCIA, Gustavo Filipe Barbosa. Meio Ambiente do Trabalho e Direitos Fundamentais: Responsabilidade Civil do Empregador por Acidentes do Trabalho, Doenças Ocupacionais e Danos Ambientais. **Revista IOB Trabalhista e Previdenciária**, IOB, 2010.

IIDA, I., Ergonomia Projeto e Produção, Editora Edgard Blucher, 2005.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO 5349) - Mechanical Vibration - Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration. Part 1: General Requirements. Part 2: Practical Guidance for Measurement at the Workplace. Genebra, 2001.

MENDES, R., Patologia do Trabalho, Editora Atheneu, 2005

PORTO, Noemia, Associação Nacional dos Magistrados da Justiça do Trabalho, Direitos em Debate, Revista Cipa, n 455,

RAYNAUD, M., On Local Asphyxia And Summetrical Gangrene of The Extremities, 1969, disponível em <<http://archneur.ama-assn.org/>>, acesso em junho 2017.

REGAZZI, R. D., XIMENES, G. M., A Importância da Avaliação da Vibração no Corpo Humano, IMETRO, Rio de Janeiro, Brasil, 2005;

SALIBA, T., M., Manual Prático de Avaliação e Controle de Vibração, PPRA, 3ª Edição, Ed. LTr, 2014

Schutzer, V. M.; Santos, J. E. G.; Paschoarelli, L. C., Roçadeiras Costais Motorizadas: Análises Estatísticas Das Variáveis Ergonômicas Avaliadas, 2015, 15 °ErgoDesign

SOEIRO, N. S. Vibração e o Corpo Humano: uma avaliação ocupacional. In: 1o Workshop de vibração e acústica, 2011.

VENDRAME, A., C. Vibração Operacional. Revista Proteção. 2009.

VENDRAME, A., C., “Aposentadoria Especial: Como Elaborar O PPP E LTCAT – As novidades do Manual editado pela Resolução INSS nº 600/2017”, 2017

VENDRAME, A., C., Vibrações Ocupacionais, 2005, disponível em <http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibracoes_vendrame.pdf>, acesso em Junho de 2017.

OSHA, 2005, O impacto do ruído no trabalho, disponível em <<https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/57>>, acesso em janeiro 2019

ÍNDICE REMISSIVO

A

ABC 11, 121, 122, 123, 124, 125

AHP 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Alunos 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 106, 107, 109, 110, 111, 113

ANEEL 63, 64, 69, 70, 72, 75, 79

APR 178, 181, 186

Aprendizagem Ativa 1, 2, 3, 4, 9, 10

B

Brasil 25, 26, 27, 28, 33, 35, 36, 37, 38, 41, 45, 46, 87, 90, 100, 103, 104, 116, 120, 132, 133, 141, 145, 157, 162, 188, 192, 193, 195, 196, 201, 204, 211, 221, 223

C

CEP 143, 145, 149, 156

Cerveja 115, 116, 117, 119, 120

CFD-DEM 82, 84, 85, 86, 87

Custeio 121, 122, 123, 124, 125

Custo 50, 86, 103, 104, 105, 110, 113, 114, 115, 119, 123, 124, 127, 144, 158, 164, 167, 168, 174, 217

CVL 103, 104, 105, 106, 107, 113, 114

D

Demanda 13, 14, 16, 24, 33, 54, 60, 61, 62, 91, 99, 137, 138, 146, 218, 219

E

Educação 1, 10, 12, 13, 14, 22, 35, 36, 37, 38, 46, 47, 105, 114, 115, 205, 211, 225

Empreendedorismo 14, 22, 25

Empresa 45, 50, 53, 55, 56, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 122, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 156, 163, 164, 167, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 185, 186, 187, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 223

Engenharia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 57, 59, 60, 82, 85, 100, 103, 115, 120, 121, 141, 156, 165, 166, 167, 175, 186, 211, 223

Engenheiros 12, 14, 15, 22, 24, 32, 37, 39

Ensino 1, 2, 4, 9, 10, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 26, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 46, 57, 60, 103, 104, 114, 121, 163, 174, 177

Ergonomia 201, 203, 204, 205, 206, 210, 211

Escala Verbal 88, 91, 93, 94, 98

Escola 36, 88, 91, 103, 104, 106, 107, 111, 113, 114, 141, 225

Estrangeiros 28, 126, 132

F

FMEA 178, 181, 182, 186

Fome 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45

Formação 3, 6, 12, 13, 14, 20, 22, 23, 24, 36, 37, 38, 104, 114, 117, 218

G

Gerenciamento 49, 53, 131, 174, 177, 178, 179, 180, 186, 187, 188

Gestão 6, 23, 26, 33, 42, 46, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 99, 103, 104, 107, 110, 112, 114, 121, 124, 128, 129, 130, 131, 139, 142, 156, 166, 175, 178, 179, 180, 182, 185, 188, 211, 225

Goiás 60, 157

GUT 126, 130, 131, 134, 135, 142, 178, 185, 186

H

Habilidades 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 36, 39, 44, 54

I

Indústria 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 33, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 90, 120, 143, 146, 164, 188, 191, 211

L

Legalização 126

M

Mapas Mentais 1, 3, 4, 5, 6, 10

Modelos 45, 47, 48, 52, 54, 55, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 100, 129, 140, 158, 214, 215, 222

Monitoramento 23, 25, 32, 33, 49, 53, 56, 166, 175, 178, 184

O

ONS 63, 64, 65, 69, 70, 80

Otimização 53, 54, 55, 145, 177, 179, 213, 214, 216, 220, 222, 223

P

Pará 103

Pós-Venda 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 136, 140, 141

Processo 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 46, 47, 49, 50, 53, 54, 55, 83, 85, 89, 90, 94, 98, 99, 104, 105, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 145, 146, 155, 156, 168, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 200, 205, 210, 214

Procurement 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Produção 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 22, 23, 24, 30, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 46, 48, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 82, 83, 99, 103, 104, 105, 106, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 149, 163, 164, 165, 166, 167, 175, 177, 182, 186, 187, 201, 211, 223

Programas de Computador 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Prospecção Tecnológica 23, 25, 26, 29, 32, 33, 34

Q

Qualidade 7, 35, 36, 39, 54, 89, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 156, 158, 162, 164, 167, 173, 180, 182, 190, 204, 205

R

Retorno 113, 141, 157, 158, 161, 162, 220

Riscos 52, 53, 57, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 196, 200, 201, 204, 209, 210, 211

Roteamento 213, 214, 217, 220, 223, 224

Ruído 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 199, 200, 202, 213, 214, 216, 217, 219, 220, 221, 222, 223

S

Segurança do Trabalho 188, 211

Séries Temporais 60

Simulação 6, 82, 83, 96, 98, 99, 219, 220, 222

Soja 43, 60, 61

Sucos 143, 145, 146, 147, 148

T

Tecnologia 24, 26, 27, 32, 33, 47, 48, 50, 54, 56, 83, 115, 158, 159, 201, 225

TFM 82, 84, 85, 86, 87

U

UEP 121, 122, 123, 124, 125

V

Vibração 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 217

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos

 **Atena**
Editora
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos


Ano 2021