



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 2

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
CAPÍTULO 2	15
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
CAPÍTULO 3	24
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
CAPÍTULO 4	35
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
CAPÍTULO 5	49
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
CAPÍTULO 6	59
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

CAPÍTULO 7	68
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
DOI 10.22533/at.ed.64819103097	
CAPÍTULO 8	78
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.64819103098	
CAPÍTULO 9	86
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.64819103099	
CAPÍTULO 10	94
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
DOI 10.22533/at.ed.648191030910	
CAPÍTULO 11	105
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
DOI 10.22533/at.ed.648191030911	

CAPÍTULO 12 116

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva
Vanessa Borges Vieira
Aline Aparecida Carvalho França
Talita Teixeira da Silva
Mayrla Letícia Alves de Oliveira
Roberta Yonara Nascimento Reis
Maria de Sousa Santos Bezerra
Fabiana Matos de Oliveira
José Milton Elias de Matos
Benedito dos Santos Lima Neto
José Luiz Silva Sá
Francielle Aline Martins

DOI 10.22533/at.ed.648191030912

CAPÍTULO 13 128

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima
Rafaella Costa Bonugli-Santos
Felipe Justiniano Pinto
Daniele da Luz Silva
Ana Letícia Fernandes
Renato Malveira Carreiro do Nascimento
Mariana Gabriely da Silva Menezes

DOI 10.22533/at.ed.648191030913

CAPÍTULO 14 138

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz
Bruno Borsatti Chagas

DOI 10.22533/at.ed.648191030914

CAPÍTULO 15 144

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Luanda Ferreira Floro da Silva
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.648191030915

CAPÍTULO 16 157

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão
Alfredo Quaresma da Silva Neto
Maria Aurora Santos da Mota

DOI 10.22533/at.ed.648191030916

CAPÍTULO 17 170

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva
Joyce Kelly do Rosário da Silva
Rosa Helena Veras Mourão
José Guilherme Soares Maia
Pablo Luis Baia Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.648191030917

CAPÍTULO 18 182

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos
Rafael Marcus Schwabe

DOI 10.22533/at.ed.648191030918

CAPÍTULO 19 195

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Rosemeire dos Santos Almeida
Ivanei Ferreira Pinheiro
Karen Segala
Walter Ricardo Brito
Marcos Akira d'Ávila

DOI 10.22533/at.ed.648191030919

CAPÍTULO 20 204

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo
Isaac Alves da Silva Freitas
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel
Ricardo Alves Maurício
Clédson Lucena de Araújo
Fiana Raissa Coelho Pereira
Eduardo Maurício Gadelha
Geovanna Maria Andrade de Oliveira
Lígia Raquel Rodrigues Santos
Matheus Monteiro da Silva
Raniere Fernandes Costa
Walesca Ferreira de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.648191030920

CAPÍTULO 21 214

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni^{II}(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)₂] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva
Yan Fraga da Silva
Manoel Henrique dos Santos Galvão
Thais Teixeira da Silva
Sâmia Dantas Braga
Maria das Dores Alves de Oliveira
Juliana Pereira da Silva
Cristina Vidal da Silva Neta
João Clécio Alves Pereira
Geraldo Eduardo da Luz Júnior
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior
Nouga Cardoso Batista

DOI 10.22533/at.ed.648191030921

CAPÍTULO 22 228

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva
Kelly das Graças Fernandes Dantas

DOI 10.22533/at.ed.648191030922

CAPÍTULO 23 241

AValiação da Secagem da Casca de Mangostão (*Garcinia mangostana* L.) em Diferentes Ambientes

Gabriela Nascimento Vasconcelos
Elza Brandão Santana
Rafael Alves do Nascimento
Elisangela Lima Andrade
Lorena Gomes Corumbá
Lênio José Guerreiro de Faria
Cristiane Maria Leal Costa

DOI 10.22533/at.ed.648191030923

CAPÍTULO 24 254

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.648191030924

CAPÍTULO 25 268

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira
Fernando Lopes Santana
Mario Luiz Pereira Souza
Renan Zuba Parrela
Saulo Fernando dos Santos Vidal

DOI 10.22533/at.ed.648191030925

CAPÍTULO 26	280
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
DOI 10.22533/at.ed.648191030926	
CAPÍTULO 27	286
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
DOI 10.22533/at.ed.648191030927	
CAPÍTULO 28	296
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaiison Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.648191030928	
CAPÍTULO 29	303
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
DOI 10.22533/at.ed.648191030929	
CAPÍTULO 30	316
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
DOI 10.22533/at.ed.648191030930	

CAPÍTULO 31	323
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante	
Máriele Josiane Fuchs	
Elizângela Weber	
Cláudia Maria Costa Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.648191030931	
CAPÍTULO 32	335
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa	
Ennio Willian Lima Silva	
DOI 10.22533/at.ed.648191030932	
CAPÍTULO 33	352
COMPUTATIONAL METHOD H_{∞} APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva	
Ivanildo Abreu	
Cristovam Filho	
DOI 10.22533/at.ed.648191030933	
CAPÍTULO 34	363
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro	
Fernanda Barbosa Damaceno	
DOI 10.22533/at.ed.648191030934	
CAPÍTULO 35	374
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
Aline Estefany Brandão Lima	
Roberta Yonara Nascimento Reis	
Maria Joseíta dos Santos Costa	
João Paulo Carvalho Moura	
Luis Jefferson da Silva	
Reginaldo da Silva Santos	
Laécio Santos Cavalcante	
Elson Longo da Silva	
Geraldo Eduardo da Luz Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.648191030935	
SOBRE O ORGANIZADOR	384
ÍNDICE REMISSIVO	385

NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEIEIRO

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais

Irlon de Ângelo da Cunha

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho - FUNDACENTRO, São Paulo - SP

Adriano Bortolotti da Silva

Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas - Minas Gerais

Raphael Nogueira Rezende

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais

Luana Elís de Ramos e Paula

Universidade Federal de Lavras - Departamento de Engenharia, Lavras - Minas Gerais

Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais

Paulo Henrique de Siqueira Sabino

Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas - Minas Gerais

RESUMO: A utilização do equipamento derriçador de café mecânico portátil pode expor trabalhadores a vibrações localizadas a partir da transferência da vibração mecânica da ferramenta para as mãos e braços do operador.

Neste sentido, objetivou-se no presente estudo preliminar quantificar o nível de vibração gerado por um derriçador mecânico portátil em condição estática e compará-lo com o limite de exposição e nível de ação das normas regulamentadoras (NR 09 - NR 15) e norma de higiene ocupacional (NHO 10). A determinação ocorreu a partir da utilização do medidor de vibração SV 103, Svantek com acelerômetro triaxial, fixado diretamente na ferramenta, na área de contato das mãos com a ferramenta. A avaliação foi realizada com o equipamento derriçador funcionando em marcha lenta e rotação plena. Os resultados demonstraram que tanto em marcha lenta quanto em rotação plena os valores de vibração ultrapassaram o nível de aceleração de $2,5 \text{ ms}^{-2}$. Em rotação plena, o equipamento derriçador mecânico produziu uma vibração de $10,09$ e $12,10 \text{ ms}^{-2}$ para os pontos de fixação mão dominante (MD) e mão de apoio (MA) respectivamente. Esses resultados trazem indicativos de que, dependendo do tempo de uso desse equipamento, pode ser superado o nível de ação e o limite de exposição ocupacional correspondente a $2,5 \text{ ms}^{-2}$ e $5,0 \text{ ms}^{-2}$, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Cafeicultura; Risco Físico; Vibração de Mãos e Braços.

VIBRATION LEVEL LOCATED IN A PORTABLE MECHANICAL DERIVATIVE USED IN COFFEE

ABSTRACT: The use of portable mechanical coffee breaker equipment can expose workers to localized vibrations from the transfer of mechanical vibration from the tool to the operator's hands and arms. In this sense, the present study aimed to quantify the vibration level generated by a portable mechanical breaker in static condition and to compare it with the exposure limit and level of action of the regulatory standards (NR 09 - NR 15) and standard occupational hygiene (NHO 10). The determination was made using the vibration meter SV 103, Svantek with triaxial accelerometer, fixed directly to the tool, in the contact area of the hands with the tool. The evaluation was performed with the idling equipment running at idle and full rotation. The results showed that both the idling and full rotation vibration values exceeded the acceleration level of 2.5 ms^{-2} . At full rotation, the mechanical derricking equipment produced a vibration of 10.09 and 12.10 ms^{-2} for the dominant hand and support hand fixation points, respectively. These results indicate that depending on the time of use of this equipment, the level of action and the occupational exposure limit corresponding to 2.5 ms^{-2} and 5.0 ms^{-2} , respectively, may be exceeded.

KEYWORDS: Coffee cultivation; Physical Risk; Vibration of hands and arms.

1 | INTRODUÇÃO

O trabalhador agrícola pode estar exposto a vários riscos ocupacionais durante o desenvolvimento de suas atividades cotidianas, sendo que para a realização de determinados tratamentos culturais, necessita operar máquinas e equipamentos o que pode resultar na exposição a agente de riscos, tais como o ruído e a vibração (NGUYEN et al., 2018).

Muito embora a vibração ocupacional não seja tão estudada quanto outros riscos ambientais, sua presença nos postos de trabalho é muito frequente. A exposição ocupacional à vibração de mãos e braços VMB pode causar danos à saúde dos trabalhadores, apresentando sintomas vasculares, neurológicos, osteoarticular e musculares que caracterizam a Síndrome da Vibração de Mãos e Braços SVMB (HEAVER *et al.*, 2011; FUNDACENTRO, 2013; ACGIH, 2018).

A cafeicultura apresenta-se como uma das principais culturas agrícolas brasileiras e nos últimos anos vem passando por mudanças significativas, em especial no que se refere ao processo de mecanização dos tratamentos culturais, os quais anteriormente eram tradicionalmente realizados de forma manual (CUNHA; SILVA; DIAS, 2016).

No sul de Minas Gerais, tem-se observado um aumento da utilização de equipamentos mecânicos portáteis, para a realização de atividades distintas tais como roçadas, podas e principalmente colheita do cafeeiro. No entanto, estas

atividades podem implicar a exposição ocupacional dos trabalhadores à vibração localizada, a partir da transferência da vibração mecânica da ferramenta para as mãos e braços do operador.

No Brasil, as Normas Regulamentadoras NR 09, NR 15 e a Norma de Higiene Ocupacional NHO 10 estabelecem o valor de $2,5 \text{ ms}^{-2}$ como nível de ação e $5,0 \text{ ms}^{-2}$ como limite de exposição ocupacional a VMB (BRASIL, 2014; FUNDACENTRO, 2013).

Neste sentido, objetivou-se no presente estudo preliminar quantificar a vibração de um derrçador mecânico portátil em condição estática e compará-la com o limite de exposição e nível de ação das normas regulamentadoras e norma de higiene ocupacional.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), localizado no município de Muzambinho, no ano de 2018. As avaliações foram realizadas em equipamento derrçador de café novo, composto por motor de combustão interna, potência máxima $0,89 \text{ kW}$ ($1,2 \text{ cv}$), tubo externo de $1,45 \text{ m}$, acoplado a um dispositivo com hastes vibratórias também novas, de modo a caracterizar o equipamento padrão provido pelo fabricante, disponível comercialmente e em uso por trabalhadores da região do Sul de Minas.

As avaliações ocorreram com a ferramenta estática sobre um plano horizontal, no modo marcha lenta, ou seja, com o gatilho do acelerador liberado e no modo rotação plena com o gatilho totalmente acionado. Para a quantificação, foi adotada a fixação rígida do transdutor (acelerômetro) diretamente na superfície vibrante, em cada uma das empunhaduras, na qual o operador normalmente acopla a mão com o equipamento em condições normais de trabalho denominadas de: mão dominante (MD) (aceleração) e mão de apoio (MA).

Para aquisição de dados, foi utilizado o medidor de vibração SV 103, Svantek nº de série 43282, calibrado com certificado RBC nº 3466-2017, atendendo aos requisitos de ponderação W_h , com acelerômetro triaxial SV 107 *Micro Electro-Mechanical Systems* MEMS, sensibilidade de $(\pm 5 \%) 0.661 \text{ mV/ms}^2$, avaliando-se os eixos ortogonais “x”, “y” e “z”. Após realização das avaliações, os dados coletados em banda digitais 1/1 oitava com 11 frequências centrais foram processados, utilizando-se o software supervisor versão 1.12, sendo determinadas as acelerações nos três sentidos perpendiculares, “x”, “y” e “z” e a aceleração média resultante (a_{mr}) através da soma da raiz dos quadrados das acelerações médias expressa em ms^{-2} , (Equação 1) de acordo com a NHO 10 (2013) e ISO 5349-1 (2001):

$$amr = \sqrt{(f_x am_x)^2 + (f_y am_y)^2 + (f_z am_z)^2} \quad [m/s^2]$$

Sendo:

am_j - aceleração média;

f_j - fator de multiplicação em função do eixo considerado.

Em seguida determinou-se a aceleração resultante de exposição parcial ($arep_i$) através da média aritmética das acelerações médias resultantes (amr_{ik}) obtidas para cada componente de exposição “i” expressa em ms^{-2} , (Equação 2) de acordo com a NHO 10 (2013):

$$arep_i = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s amr_{ik} \quad [m/s^2]$$

Sendo:

amr_{ik} - aceleração média resultante relativa à késima amostra selecionada dentre as repetições da componente de exposição “i”.

s - número de amostras da componente de exposição “i” que foram mensuradas.

Para fins de comparação com o nível de ação e limite de exposição das NR 09, NR 15 e NHO 10, a aceleração resultante de exposição normalizada ($aren$), foi estimada e expressa em ms^{-2} (Equação 3), de acordo com as normas NHO 10 (2013) e ISO 5349-1 (2001):

$$aren = are \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad [m/s^2]$$

Sendo:

are - aceleração resultante de exposição;

T - tempo de duração da jornada diária de trabalho, expresso em horas ou minutos;

T_0 - 8 horas ou 480 minutos.

Em cada um dos pontos de acoplamento, sendo eles a mão dominante (aceleração) e mão de apoio, foram avaliados os níveis de vibração gerados em marcha lenta e em rotação plena, ambos com 5 repetições para cada condição. Cada repetição teve duração de 5 minutos. Os valores de $arep$ obtidos foram submetidos à análise de variância. Nos casos em que o valor do teste F foi significativo, foram realizados testes de Tukey, ao nível de 5% de significância. Para isso, foi utilizado o

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que as maiores vibrações foram verificadas com o equipamento funcionando em rotação plena (Tabela 1). Nesta condição de uso, o equipamento ultrapassaria em pouco tempo o limite de exposição de 5 ms^{-2} para a VMB permitida para uma jornada de trabalho de 8 horas nas duas empunhaduras de fixação do transdutor (BRASIL, 2014; FUNDACENTRO, 2013).

Fixação do Acelerometro	Marcha Lenta		Rotação Plena	
	arep*	s ⁽¹⁾	arep*	s ⁽¹⁾
	ms ⁻²			
Empunhadura - Mão Dominante	2,98a	±0,64	10,09a	±0,66
Empunhadura - Mão de Apoio	3,04a	±0,02	12,10b	±1,01

Tabela 1 - Nível de vibração localizada equipamento derrçador mecanico portatil

*Aceleração resultante de exposição parcial (arep); ⁽¹⁾ Desvio padrão.

Em rotação plena, a vibração estimada foi de aproximadamente 2,02 e 2,42 vezes maior do que o valor máximo recomendado para uma exposição de 8 horas nas empunhaduras, denominadas mão dominante e mão de apoio respectivamente. Considerando-se o nível de vibração encontrado para a condição de rotação plena no punho de fixação para mão de apoio, o tempo máximo de exposição permitido a está condição, seria de aproximadamente 81 minutos.

Em marcha lenta, não foram observadas diferenças estatísticas na aceleração resultante de exposição parcial (arep), tanto para o local de empunhadura da mão de apoio quanto para a mão dominante (Figura 1).

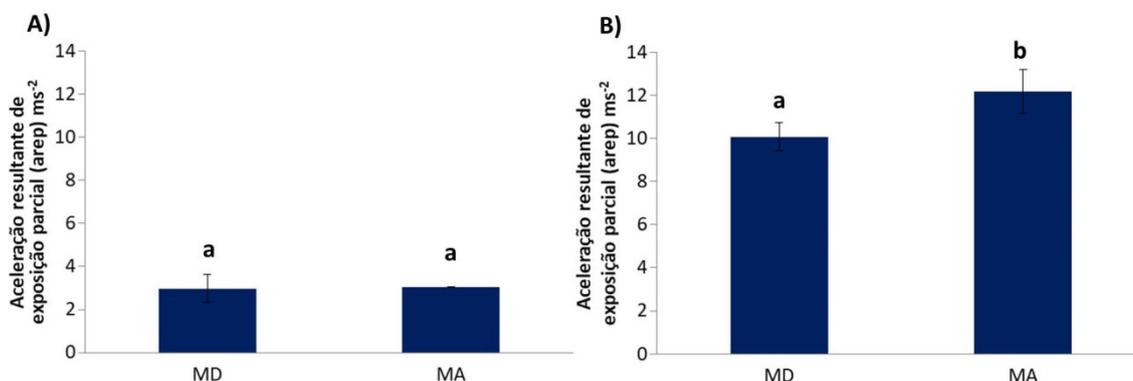


Figura 1 - Nível de vibração em marcha lenta (A) e rotação plena (B). Legenda: Mão Dominante (MD) e Mão de Apoio (MA). Barra de erro = desvio padrão; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No entanto, os resultados obtidos demonstram que o nível de vibração para

ambos os pontos de fixação, ultrapassam o valor de $2,5 \text{ ms}^{-2}$, adotado como nível de ação para 8 horas de exposição conforme NR 09 e NHO 10 (BRASIL, 2014; FUNDACENTRO, 2013). De acordo com a NR 09, as ferramentas manuais vibratórias que produzam acelerações superiores a $2,5 \text{ ms}^{-2}$ nas mãos dos operadores, devem informar junto às suas especificações técnicas a vibração emitida pelas mesmas, indicando as normas de ensaios que foram utilizadas (BRASIL, 2014).

Muito embora avaliações da vibração em equipamentos estáticos apresentem parâmetros importantes em análises preliminares, vale ressaltar que este valor não representa o nível efetivo recebido pelo trabalhador em condições específicas de operação, mas expressa o valor de VMB da máquina em certas condições de teste, necessitando, portanto, de estudos em condições reais de operação.

Vale ressaltar que a NBR ISO 22867 estabelece metodologias de ensaios para as ferramentas manuais portáteis: motosserras, roçadoras e aparadores de grama, podadores de galho motorizados com haste extensora, aparadores de cerca viva e equipamentos denominados sopradores/aspiradores de jardim (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018) não estabelecendo metodologia específica para ensaios do equipamento derriçador de café portátil.

4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que tanto em marcha lenta quanto em rotação plena, os valores de vibração ultrapassaram o valor estipulado para o nível de ação de $2,5 \text{ ms}^{-2}$. Em rotação plena, o equipamento derriçador mecânico portátil produziu uma vibração de $10,09 (\pm 0,66)$ e $12,10 \text{ ms}^{-2} (\pm 1,01)$ para as empunhaduras denominadas de mão dominante e mão de apoio respectivamente, ultrapassando o valor estipulado para o limite de exposição.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), a empresa Almont do Brasil e a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) pelo apoio na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENIST - ACGIH. TLVs e BEIs: baseado na documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLVs) para **Substâncias Químicas, Agentes Físicos e Índices Biológicos (BEIs)**. Tradução Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais ABHO, São Paulo, p. 298, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 22867: Máquinas florestais e de jardinagem - Código de ensaio de vibração para máquinas manuais portáteis com motor de**

combustão interna - Vibração nas empunhaduras Rio de Janeiro, 2018. 31p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 1297 de 13 de Agosto de 2014. Aprova o Anexo I - Vibração da Norma Regulamentadora nº 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), altera o anexo 8 - Vibração da Norma Regulamentadora nº 15 - Atividades e Operações Insalubres, e da outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, 2014.

CUNHA, J.P.B.; SILVA, F.M.da.; DIAS, R. E. B.A. **Eficiência de Campo em Diferentes Operações Mecanizadas na Cafeicultura.** Coffee Science, Lavras, v. 11, n.1, p.76-86, 2016.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional - Procedimento Técnico. Avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços. NHO 10.** São Paulo, p. 54, 2013.

HEAVER, C.; GOONETILLEKE, K.; FERGUSON, H.; SHIRALKAR, S. Hand-arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries. **The Journal of Hand Surgery**, v. 36, p. 354-363, 2011.

NGUYEN, T.H.Y.; BERTIN, M.; BODIN, J.; FOUQUET, N.; BONVALLOT, N.; ROQUELAURE, Y. **Multiple Exposure and Coexposures to Occupational Hazards Among Agricultural Workers: A Systematic Review of Observation Studies.** Safety and Health at Work, p. 1-10, 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

K

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

L

Lama abrasiva 59, 60

M

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

N

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

O

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

P

Polimerização Radicalar 215

R

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

S

Smart Cities 280

T

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-641-6

