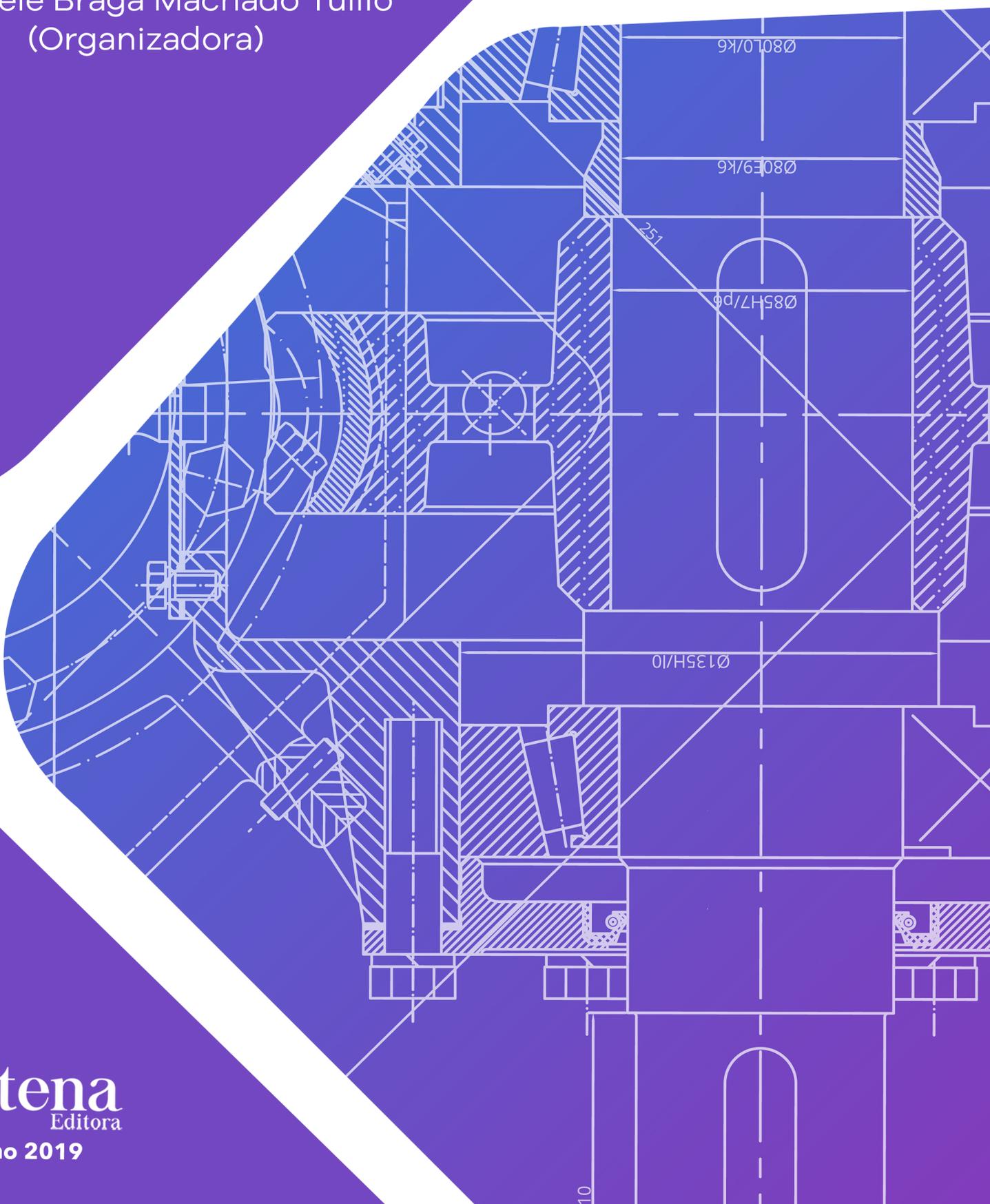


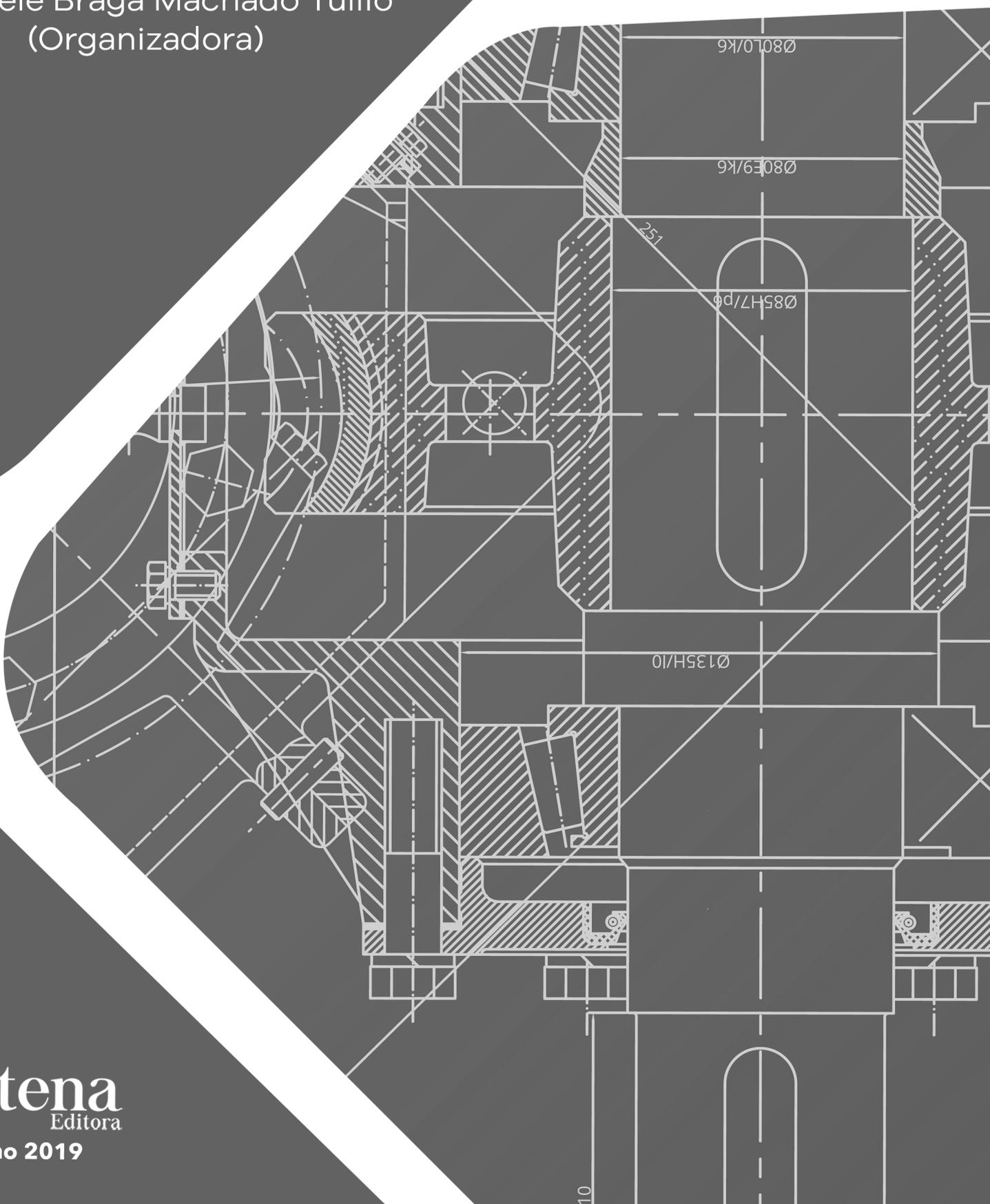
Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª 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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª 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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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 Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

P474 Pesquisa científica e inovação tecnológica nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa PR: Atena Editora, 2019. – (Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-903-5
 DOI 10.22533/at.ed.035200601

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.
 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 2” contempla vinte e quatro capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas nas diversas áreas de engenharia.

Inovações tecnológicas são promovidas através dos resultados obtidos de pesquisas científicas, e visam permitir melhorias a sociedade através de seu uso nas engenharias.

A utilização racional de energia, consiste em utilizar de forma eficiente a energia para se obter determinado resultado. O estudo sobre novas fontes de energia, e o seu comportamento podem trazer benefícios ao meio ambiente e trazer progresso a diversos setores.

A aplicação de novas tecnologias pode permitir avanços em diversas áreas, como saúde, construção, meio ambiente, proporcionando melhorias na qualidade de vida de diversas comunidades.

Diante do exposto, almejamos que o leitor faça uso das pesquisas aqui apresentadas, permitindo uma reflexão sobre seu uso na promoção de desenvolvimento social e tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO PARA A ATIVIDADE DO SETOR ELÉTRICO | |
| Humberto Rodrigues Macedo Valci Ferreira Victor Kaisson Teodoro de Souza Paulo Henrique Martins Gonçalves | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006011 | |
| CAPÍTULO 2 | 10 |
| GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: LEGISLAÇÃO REGULATÓRIA E BENEFÍCIOS AOS CONSUMIDORES PELA COMPENSAÇÃO DE ENERGIA | |
| Neide Alves Dalla Vecchia Ruan Michel Alves Dalla Vecchia | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006012 | |
| CAPÍTULO 3 | 20 |
| HIDROENERGIA: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE UMA TURBINA FRANCIS PARA APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO EM PCHS | |
| Cristine Machado Schwanke Ingrid Augusto Caneca da Silva Vanessa Silva Goulart Suélen Mena Meneses Nathália Dias Imthon Matheus Henrique Baesso Joyce Alves Silva Cruz Ethan Ribas Pereira Perez Matheus Felicio Palmeira dos Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006013 | |
| CAPÍTULO 4 | 34 |
| MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DE PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DAS MICROALGAS | |
| Kamila Cavalcante dos Santos Jéssica Guimarães Lopes Andréia Alves Costa | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006014 | |
| CAPÍTULO 5 | 43 |
| ESTUDO DE AÇÕES PARA A REDUÇÃO DOS CUSTOS DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA GRANDES CONSUMIDORES | |
| Valci Ferreira Victor Humberto Rodrigues Macedo Adail Pereira Carvalho Lucas Cardoso da Silva Pitágoras Rodrigues de Melo Sobrinho | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006015 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 6 | 53 |
| PROPOSTA DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E DESPACHO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CONCEITO DE CENTRAIS VIRTUAIS DE ENERGIA | |
| Rodrigo Regis de Almeida Galvão Thiago José Lippo de França Breno Carneiro Pinheiro Luis Thiago Lucio | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006016 | |
| CAPÍTULO 7 | 67 |
| PROTEÇÃO TÉRMICA CONTRA ARCOS ELÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO COM UMA SUBESTAÇÃO DE 13,8 KV | |
| Herick Talles Queiroz Lemos Humberto Dionísio de Andrade Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha Ailson Pereira de Moura | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006017 | |
| CAPÍTULO 8 | 81 |
| VEÍCULOS ELÉTRICOS E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARTIR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS | |
| Jardel Eugenio da Silva Fabianna Tonin Jair Urbanetz Junior | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006018 | |
| CAPÍTULO 9 | 92 |
| ANÁLISE DA CURVA E FATOR DE CARGA COM E SEM PRESENÇA DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA | |
| Murilo Miceno Frigo Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.0352006019 | |
| CAPÍTULO 10 | 101 |
| ANÁLISE DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE LASER SCANNER TERRESTRE EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO | |
| Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Luis Eduardo de Souza Luciana Arnt Abichequer | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060110 | |
| CAPÍTULO 11 | 114 |
| APLICAÇÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO ESTUDO DE CASO DA PALMILHA SENSORIZADA PARA PÉS DIABÉTICOS | |
| Luciana Maria de Oliveira Cortinhas Leonara Gonçalves e Silva Pires Anna Patrícia Teixeira Barbosa Jeane Souza Chaves Sidou | |

Camila Alves Areda
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento
Rafael Leite Pinto de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.03520060111

CAPÍTULO 12 127

AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO E REPETIBILIDADE DO SENSOR LEAP MOTION CONTROLLER PARA A SUA UTILIZAÇÃO EM REABILITAÇÃO VIRTUAL

Marcus Romano Salles Bernardes de Souza
Eduardo Apolinário Lopes
Rogério Sales Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.03520060112

CAPÍTULO 13 134

ESTUDO PROSPECTIVO DE ÁCIDO LÁTICO PRODUZIDO POR LEVEDURAS EM GLICEROL BRUTO

Leandro Rodrigues Doroteu
Fabrício de Andrade Raymundo
Rogerio de Jesus Camargo Emidio
Marcilene Cordeiro Gomes
Camila Alves Areda
Eliana Fortes Gris
Grace Ferreira Ghesti
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento
Nadia Skorupa Parachin
Eduardo Antônio Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.03520060113

CAPÍTULO 14 146

MOUSE AUXILIAR DISTRIBUIDOR DE CARGA DE TRABALHO NA INTERAÇÃO COM UM COMPUTADOR PESSOAL PARA DUAS MÃOS

Fabrício de Andrade Raymundo
Marcelo Borges de Andrade
Marcus Vinícius Lopes Bezerra
Marina Couto Giordano de Oliveira
Sânia Léa Alves Rocha Lopes
Adriana Regina Martin
Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.03520060114

CAPÍTULO 15 163

ÓXIDOS MISTOS A BASE DE TIO_2/ZNO APLICADOS NA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DA ATRAZINA

Gabriel Maschio de Souza
Gabriela Nascimento da Silva
Luiz Mário de Matos Jorge
Onélia Aparecida Andreo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.03520060115

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 16 | 172 |
| PARADIGMAS TECNOLÓGICOS E REGIMES DE APROPRIABILIDADE: O CASO DA INDÚSTRIA FONOGRAFICA NA ERA DIGITAL | |
| Sheila de Souza Corrêa de Melo Edoardo Sigaud Gonzales Natália Bonela de Oliveira | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060116 | |
| CAPÍTULO 17 | 183 |
| UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS AND AIRSPACE INTERFACES | |
| Omar Daniel Martins Netto Maria Emília Baltazar Jorge Miguel dos Reis Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060117 | |
| CAPÍTULO 18 | 201 |
| UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA PARA DELINEAR ESTRATÉGIAS DE POSICIONAMENTO DE MERCADO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS DE MONITORAMENTO | |
| Janaina dos Santos Melo Maria Fernanda Mascarenhas dos Santos Melis Levi dos Santos Sandra Malveira Grace Ferreira Ghesti Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060118 | |
| CAPÍTULO 19 | 213 |
| ANALISE COMPUTACIONAL DE VIGAS RETANGULARES DE CONCRETO ARMADO REFORÇADA AO CISALHAMENTO COM PRFC | |
| Maicon de Freitas Arcine Nara Villanova Menon | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060119 | |
| CAPÍTULO 20 | 228 |
| ANÁLISE COMPARATIVA DE TÉCNICAS DE INTERPOLAÇÃO APLICADAS À ANÁLISE DE POLUIÇÃO ELETROMAGNÉTICA | |
| Talles Amony Alves de Santana Humberto Dionísio de Andrade Herick Talles Queiroz Lemos Matheus Emanuel Tavares Sousa Adriano Aron Freitas de Moura Ednardo Pereira da Rocha | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060120 | |
| CAPÍTULO 21 | 241 |
| ANÁLISE CRÍTICA E PROPOSIÇÕES DE INOVAÇÃO AO MÉTODO DE ENSAIO DE AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TERMICO À LUZ DA ABNT NBR 15575 (2013) | |
| Luciani Somensi Lorenzi Luiz Carlos Pinto da Silva Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060121 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 22 | 254 |
| ESTUDO NUMÉRICO BIDIMENSIONAL DO EFEITO DA PRESENÇA DE UM TUMOR NO CAMPO DE TEMPERATURA DE UMA MAMA | |
| José Ricardo Ferreira Oliveira Vinicius Soares Medeiros Jefferson Gomes do Nascimento Alisson Augusto Azevedo Figueiredo Gilmar Guimarães | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060122 | |
| CAPÍTULO 23 | 261 |
| AMBIENTE DE PROJETO DE HARDWARE E SOFTWARE INTEGRADOS PARA APRENDIZADO E ENGENHARIA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS | |
| Edson Lisboa Barbosa Lucas Fontes Cartaxo Cícero Samuel Rodrigues Mendes Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060123 | |
| CAPÍTULO 24 | 273 |
| UMA PROPOSTA PRÁTICA DE MANUFATURA DE CONCRETO QUE PERPASSA DISCUSSÕES SOBRE SUSTENTABILIDADE E PENSAMENTO CRÍTICO | |
| Alaor Valério Filho Ânderson Martins Pereira Carlos Alfredo Barcellos Bellinaso Daniela Giffoni Marques | |
| DOI 10.22533/at.ed.03520060124 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA | 281 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 282 |

EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO PARA A ATIVIDADE DO SETOR ELÉTRICO

Data de aceite: 26/11/2019

Humberto Rodrigues Macedo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Coordenação da Área de Indústria. Palmas - Tocantins

Valci Ferreira Victor

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Coordenação da Área de Indústria. Palmas - Tocantins

Kaisson Teodoro de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Coordenação da Área de Indústria. Palmas - Tocantins

Paulo Henrique Martins Gonçalves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Curso Técnico em Mecatrônica. Palmas - Tocantins

RESUMO: A eletricidade se torna cada vez mais um bem essencial à atividade moderna, atualmente é impossível falar em crescimento econômico, sem falar em energia, dentre elas a eletricidade, que desde sua descoberta, e em prol do avanço científico e da modernização, vem exigindo cada vez mais investimentos

em ampliação de capacidade, e segurança no emprego de seus trabalhadores. No início da atividade elétrica até os dias modernos, houve grande evolução na segurança para os trabalhadores que trabalham diretamente com essa forma de energia letal. Neste trabalho abordaremos a origem da atividade elétrica, com a construção das linhas de transmissão, e a necessária evolução dos requisitos de segurança que foram implementados desde então.

PALAVRAS-CHAVE: eletricitista, distribuição, NR10, acidente de trabalho

EVOLUTION OF WORK SAFETY FOR ELECTRICITY SECTOR ACTIVITY

ABSTRACT: Electricity is becoming increasingly essential to modern activity, it is currently impossible to talk about economic growth, not to mention energy, including electricity, which since its discovery, and in favor of scientific advancement and modernization, comes increasingly demanding investments in capacity building, and job security of its workers. From the beginning of electrical activity to modern day, there has been a great evolution in safety for workers working directly with this form of lethal energy. In this paper we will address the origin of electrical activity, with the construction of transmission lines, and the necessary evolution

of safety requirements that have been implemented since then.

KEYWORDS: electrician, distribution, NR10, occupational accident

1 | INTRODUÇÃO

A Eletricidade, atualmente considerada um bem essencial para a sociedade moderna, possui características que a tornam extremamente perigosa e fatal, portanto, saber utilizar e trabalhar com ela tem sido, desde os primórdios, uma busca contínua por métodos e equipamentos para oferecer segurança ao eletricitista. De maneira geral, os eletricitistas não têm uma segunda chance diante de erros. Os primeiros trabalhadores não entendiam desta força letal, e não possuíam treinamentos e ferramentas adequadas, fazendo deste trabalho um dos mais perigosos, dentre todos os existentes na época (HISTORY, 2017). Para cada dois trabalhadores, um não chegava a aposentadoria, dada a grande concentração de acidentes fatais envolvendo os empregados eletricitistas, ao final do século XIX, várias ações foram tomadas, dentre elas, a organização de uma irmandade de eletricitistas – IBEW - *International Brotherhood of Electrical Workers*, e ferramentas de proteção foram desenvolvidas e aperfeiçoadas com o tempo (HISTORY, 2017).

Atualmente existem regras e normas de segurança no mundo e no Brasil, tais como: a CLT- Consolidação das Leis Trabalhistas; e a NR-10- Norma Regulamentadora; dentre outras normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. O objetivo deste trabalho foi a pesquisa sobre a origem e a evolução da segurança no trabalho, para a atividade do eletricitista; e se essa evolução foi eficiente em minimizar os acidentes de trabalho para os eletricitistas.

2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas pesquisas em acervo digital sobre vídeos e testemunhos de eletricitistas sobre acidentes e sobre a evolução dos equipamentos de proteção. Outras pesquisas sobre dados de acidentes envolvendo eletricitistas. Busca em sites de fotografias que mostram como os equipamentos de proteção evoluíram, com a finalidade de observar a interação entre a modernização dos equipamentos de segurança e a redução de acidentes.

3 | HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA SEGURANÇA PARA OS ELETRICISTAS

3.1 A Evolução da Energia Elétrica e da Segurança para o Eletricitista

Em **1879**, Thomas Edison inventou a lâmpada, e a luz elétrica chegaria aos

lares pela primeira vez. Desenvolveu também geradores, comutadores, e fusíveis, enfim os equipamentos necessários para instalações das indústrias. Em **1882**, entrou em operação a primeira Usina geradora em Nova York, atendendo somente 59 moradores em corrente elétrica contínua – CC, que só poderia ser transmitida, na época, a poucos quilômetros (HISTORY, 2017).

Em **1886**, Nicola Tesla e George Westinghouse chegaram a corrente elétrica alternada – CA, e com esta nova tecnologia, desenvolveram linhas de transmissões com a utilização de transformadores elevadores de tensão, Com isso, a eletricidade passaria a chegar em lares cada vez mais distantes. As linhas ao chegarem às cidades pelas subestações e transformadores, os níveis de tensões eram rebaixados para disponibilização em nível de domicílios, indústrias e comércios. Surgindo então a grande necessidade de trabalhadores para a construção das linhas de transmissões. Muitos começaram a trabalhar na ampliação do sistema elétrico, sem sequer passar por treinamento e estudos (HISTORY, 2017).

Em **1891**, os trabalhadores em eletricidade formaram a irmandade dos eletricitistas, conforme Figura 1 (CANTRELL, 2017). O primeiro presidente do sindicato foi Henry Miller, um técnico que percorria o país trabalhando na construção das linhas e organizando os trabalhadores. Em apenas um ano, o sindicato contava com dois mil associados (HISTORY, 2017). Em **1896**, Miller faleceu ao fazer contato com uma linha de 2.200 v, em um poste, em Washington DC. O fundador do sindicato morria, entretanto, deixava seu legado.

Os demais trabalhadores associados se uniram cada vez mais, oferecendo treinamentos aos demais trabalhadores, sendo este, o marco inicial para a diminuição das perdas por mortes e acidentes em trabalho. Contudo o treinamento formal estava a décadas de distância. O sindicato passou a ser chamado de **irmandade internacional de eletricitistas**.



IBEW Founders

Figura 1 - Fundadores da irmandade dos eletricitistas (IBEW), Henry Miller está centralizado na imagem e sentado.

A principal habilidade que os trabalhadores precisavam ter era de subir em um poste de madeira, e cada um se arriscava de sua maneira. Antes de subir no poste utilizava-se um martelo para verificação do estado da madeira e para a subida usava-se uma **perneira** amarrada às pernas, e suas pontas penetravam nos postes de madeira, dando o apoio necessário. Havia também um **cinto** equipado com uma correia que se passava pelo poste e prendia nas extremidades. A Figura 2 apresenta um trabalhador usando algumas destas ferramentas (HISTORY, 2017).

Em 1914 surgiu o primeiro registro do uso de uma vara chamada **hotstick** (*vara quente*), que possuía várias ferramentas presas e intercambiáveis na sua ponta. Com ela, havia a possibilidade de fazer vários serviços sem precisar pôr as mãos nos condutores. Ela era feita de madeira e muito pesada. A madeira úmida fazia circular uma corrente por sua superfície que provocava acidentes graves. Em meados da década de 50, estes *hotsticks* foram substituídos por *hotsticks* de tubos de vidro, que eram isolantes, mais leves e de fácil manejo; e são usados desde então (HISTORY, 2017). A Figura 3 apresenta fotos da evolução do hotstick (DEHN, 2017).



Figura 2 – Trabalhador eletricitista reparando uma linha danificada

Fonte: Wikipédia, 2017.



Figura 3– Evolução dos *hotsticks*.

Fonte: DEHN, 2017.

As **luvas de borrachas** vitais nas atividades, foram introduzidas em **1915**, contudo, seu formato e espessura dificultava a articulação dos dedos e causavam problemas nas articulações dos trabalhadores (HISTORY, 2017). Em **1933** a fábrica *White Rubber* recebeu os desenhos de luvas específicas para este trabalho, que possuíam curvas tais como as mãos. Eram mais confortáveis para usar e trabalhar, e havia outra **luva de couro** que recobria a luva de borracha para evitar cortes, conforme pode ser visto na Figura 4 (DEHN, 2017). Atualmente a utilização de luvas é fundamental na manipulação de cabos de energia com até 35.000 v, e seu uso em diferentes classes de tensões está bem difundido.



Figura 4 - Luva de borracha com luva de couro para proteger contra cortes

Fonte: LIVE LINE TECHNOLOGY, 2017

Após a segunda guerra mundial a indústria de energia elétrica iniciou uma campanha de segurança, esta campanha revelou que a causa de 8% das mortes dos técnicos se dava pelo contato involuntário da cabeça do técnico com o cabo. Na época se usava um chapéu, e alguns eram feitos de couro em vez de feltro, que em contato com o cabo, protege de choques, pois bloqueia o contato direto. Somente nos anos 50 o **capacete** substituiu o chapéu de forma obrigatória (HISTORY, 2017).

Ao final da década de 50 surgiu o caminhão elevador, com ele o aumento da produção e da segurança, uma vez que estes caminhões elevavam as caçambas com os técnicos a uma distância segura, possibilitando boa visão para a manutenção das linhas com tempo mais reduzido, e com menores índices de acidentes (HISTORY, 2017). A Figura 5 demonstra essa evolução na segurança. (COFFIN-MAKER, 2017)

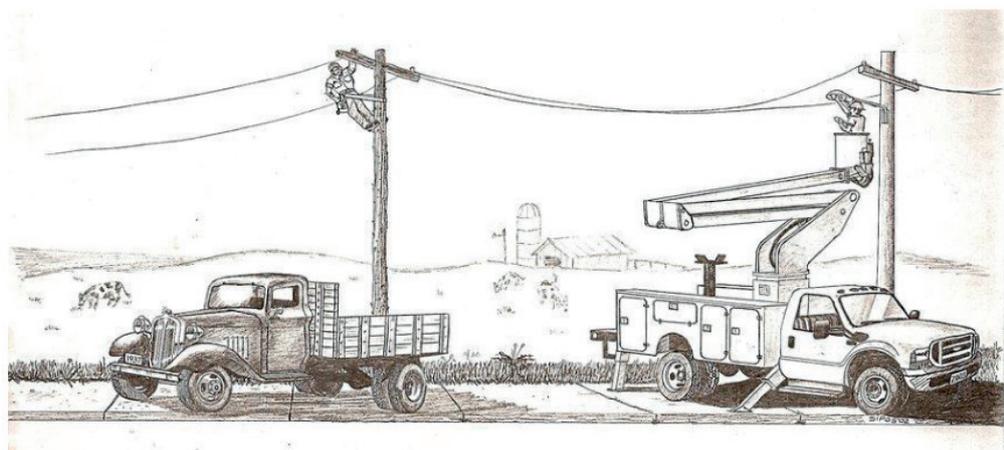


Figura 5 – Desenho ilustrativo dos veículos e métodos que eram utilizados e como são atualmente.

Fonte: COFFIN-MAKER 2017

Em 1905, a usina de *Niágara Fovls* já transmitia um potencial de 10.000 v, em 1936, a nova linha transmissora passou para 290.000 v. Em 1953 construía-se a primeira linha de 345.000 v, e na década de 70, linhas de 500.000 v se espalharam

por todo o país (HISTORY, 2017). Trabalhar com tamanha potência era difícil, além de exigir *hotsticks* extremamente longos. A partir de então criou-se o novo sistema chamado linhas vivas sem luvas, onde uma caçamba perfeitamente isolada, ergue os técnicos a altura dos cabos, e depois eles energizam seus corpos com o mesmo potencial, esse processo é chamado de equalização. Desta forma poderiam tocar o cabo sem provocar o choque e o acidente fatal (HISTORY, 2017).

Trabalhar em linhas vivas de 500 KV de tensão cria um efeito desconfortável devido à energia de indução, o que impede inclusive que pássaros pousem nestes cabos de energia, a fim de, evitar este problema, foi criada uma fina **roupa de trama de aço**. A roupa obriga a indução eletromagnética a envolver os homens, em vez de passar através deles (HISTORY, 2017). Assim, a manutenção nas linhas energizadas de grande potência poderia ser realizada.

No final dos anos 50 utilizavam-se de helicópteros para a instalação de torres de transmissão em áreas remotas, mais tarde nos anos 80, helicópteros e técnicos sem luvas, se uniram para serviços de manutenção em linhas vivas de 500KV. Para isso homens e helicópteros são energizados para equalizar a voltagem e trabalharem com segurança em relação a eletricidade (HISTORY, 2017). Conforme apresenta a Figura 6 (TA-LIGADAO, 2017). A interrupção da energia para manutenção provoca perdas econômicas para as indústrias, comércio, lares. Tal que equipamentos de segurança para trabalhar com a linha viva – linha energizada, se tornaram indispensáveis para a indústria da energia elétrica.



Figura 6 – Trabalhador em uma linha viva realizando a equalização

Fonte: TA-LIGADAO, 2017.

Outra ferramenta muito importante inventada para trabalho em reparos de linhas desligadas, foi o detector de tensão, que traz segurança para o eletricitista em relação ao estado da linha, sendo uma ferramenta essencial para a manutenção de linhas desenergizadas.

3.2 Evolução dos Acidentes envolvendo eletricitas

Logo no início das atividades com utilização da eletricidade a estatística era de que a cada dois trabalhadores um morria em decorrência de um acidente com eletricidade. A Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEEL vem realizando um trabalho de quantificar as mortes com acidentes elétricos. Pode-se observar que os acidentes fatais vêm diminuindo no Brasil, sendo maior entre os funcionários terceirizados, conforme Tabela 1. Desta forma, políticas de segurança para os funcionários terceirizados, tais como: treinamentos periódicos; reciclagem, e cursos de capacitação devem ser cobrados das empresas contratantes de funcionários terceirizados pela sociedade civil.

| Número de mortes de decorrentes de acidentes do trabalho | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ano | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Funcionários próprios | 4 | 8 | 19 | 8 | 12 | 7 | 11 | 4 |
| Funcionários terceirizados | 58 | 71 | 58 | 51 | 41 | 50 | 55 | 25 |

Tabela 1- Número de mortes decorrentes de acidentes de trabalho no Brasil. Fonte: ANEEL, 2017

Fonte: ANEEL, 2017.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A evolução tecnológica vem contribuindo com a segurança dos profissionais durante os anos, os aperfeiçoamentos constantes das ferramentas e da legislação sobre segurança no trabalho também contribuíram para que a triste estatística de um óbito, para cada dois trabalhadores, em eletricidade, fosse mudada. Entretanto, não se pode perder a concentração e baixar a guarda em relação a esta força letal chamada eletricidade. Inúmeros acidentes estudados durante os treinamentos de novas equipes de trabalhos apontam para a não observação dos passos de segurança, e a falta de utilização dos EPIs (equipamentos de proteção individual) e EPC's (equipamentos de proteção coletiva) obrigatórios como causa dos acidentes. Fica evidente, a necessidade de valorização da importante iniciativa dos primeiros trabalhadores em criar o primeiro sindicato, os quais deram os passos iniciais para que hoje os eletricitas de forma geral, possam desempenhar suas funções com maior segurança.

Lembramos que todo trabalho no qual a eletricidade está presente, as normas de segurança são rígidas e vêm sendo atualizadas. Leis foram criadas e proporcionaram mudanças, tais como o treinamento obrigatório para os eletricitas, revisão bienal dos treinamentos em segurança (NR-10). Mesmo assim existe a dependência do

avanço científico para que novas ferramentas e equipamentos sejam inventados e disponibilizados, pois atualmente o número de acidentes envolvendo eletricitas é considerado alto, e existe campo para diminuir essas estatísticas negativas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como finalidade investigar e informar ao público geral sobre aspectos históricos dos trabalhos com eletricidade, sobre os riscos possíveis e demonstrar como contornar essas dificuldades através do desenvolvimento tecnológico de equipamentos de proteção, e evolução dos métodos de proteção. Para Henry Miller, fundador da irmandade em 1891, e tantos outros eletricitas contemporâneos, não poderiam imaginar a utilização de helicópteros nesta atividade, e muito menos que um dia a tecnologia permitiria que os eletricitas andassem pelos cabos de alta-tensão, ou sobre plataformas guiados por helicópteros. O conhecimento sobre a eletricidade e sua evolução nas questões de segurança pode ser útil na formação de eletricitas cada vez mais consciente dos requisitos de segurança, e constitui na visão dos autores, uma ferramenta importante na busca da diminuição dos acidentes com eletricidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA-ANEEL. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/IndicadoresSegurancaTrabalho/pesquisaGeral.cfm>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

CANTRELL. **This dream is born**. Disponível em: <http://www.ibew1613.org/stewards/IBEW_history.html>. Acesso em: 21 ago. 2019.

COFFIN-MAKER. **Lineman's trucks old and new**. Disponível em:

<<https://coffin-maker.deviantart.com/art/lineman-s-trucks-old-and-new-182209759>>. Acesso em: 20 ago. 2019

DEHN. **Isolierende Stangen**. Disponível em: <<http://www.dehn.at/de-at/isolierende-stangen>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

HISTORY CHANNEL. **Documentário alta voltagem**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vXwBej6EMh8>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

LIVE LINE TECHNOLOGY. **Rubber insulated gloves (1000V? 33000V)**. Disponível em:

<<http://www.liveline.co.za/rubber-gloves.php>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

TA-LIGADAO. **A vida sobre cabos de alta tensão**. Disponível em: <<http://ta-ligadao.blogspot.com.br/2011/01/vida-sobre-cabos-de-alta-tensao.html>>. Acesso em: 21 ago. 2017

WIKIPEDIA. **Linework**. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Lineworker>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

SOBRE A ORGANIZADORA

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abaqus 213, 214, 215, 218, 219, 221, 222, 223, 226, 227

Acidente de trabalho 1

Air Traffic Management (ATM) 183

Análise de patentes 41

Apontador 129, 147

Arco elétrico 67, 68, 69, 70, 73, 74, 79, 80

Atrazina 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

B

Biopolímeros 134, 135

C

Compensação de energia 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 54, 100

Corpo 103, 114, 118, 119, 124, 134, 143, 177, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 255

D

Degradação 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 245, 250

Demanda contratada 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Diluição 101, 103, 104, 105, 106, 109, 111

Dispositivo 22, 73, 74, 127, 128, 129, 132, 147, 148, 151, 177, 180, 209, 245

Distribuição 1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 40, 41, 54, 73, 76, 90, 92, 93, 100, 117, 119, 138, 140, 147, 160, 161, 173, 174, 178, 180, 182, 206, 226, 229, 233, 234, 236, 247, 248

E

Economia de energia 43, 51

Eletricista 1, 2, 5, 7, 69

Energia elétrica 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 32, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 63, 65, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98, 100

Energia incidente 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 78, 79

Energia solar fotovoltaica 81

Equipamentos de proteção individual 8, 67, 68

F

Fator de carga 92, 93, 94, 98, 99, 100

Fonte hídrica 20

Fotocatálise 163, 165

G

Geometria de bancada 101

Geração distribuída 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 53, 54, 57, 65, 81, 89, 90

Geração elétrica distribuída 20

I

Indústria fonográfica 172, 173, 176, 178, 179, 181, 182

Interpolação 228, 229, 230, 231, 232, 236, 237, 238, 239, 240

J

Jogos sérios 127, 128, 132

L

Leap motion controller 127, 128, 129, 132, 133

Leveduras 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

M

Método da validação cruzada 228, 230, 237, 238

Microalgas 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 135

Microgeração 15, 17, 18, 53, 55, 56, 57, 63, 64, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100

Mineração de calcário 101, 103, 105, 109

Modelo tridimensional 101, 109

Mouse 146, 147, 148, 149, 150, 155, 159, 160, 161

N

Nr10 1, 2

O

Óxidos mistos 163, 165, 169

P

Palmilha 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 126

Paradigmas tecnológicos 172, 173

Poli(ácido láctico) 134, 135, 137

Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC) 213, 214, 218, 223, 225, 226, 227

Poluição eletromagnética 228, 238

Prospecção tecnológica 34, 36, 41, 42, 114, 117, 145, 149, 162, 203, 204

R

Reabilitação virtual 127, 128, 132

Rede de distribuição 14, 15, 76, 92, 93

Reforço ao cisalhamento 213, 215, 216, 227

Regimes de apropriabilidade 172, 173, 174, 175

S

Sap2000 v15 213, 214, 215, 219, 226

Scanner a laser terrestre 101, 102, 103, 104

Sinais bioelétricos 114, 118, 124

Sistemas fotovoltaicos 81, 82, 90, 92, 93, 100

T

Turbinas 14, 20, 22, 23, 24, 31, 32

U

UAS Traffic Management (UTM) 183, 185, 186, 187, 189, 190, 194, 196, 197, 198, 200

Unmanned Aircraft System (UAS) 183, 184, 186, 200

V

Veículo elétrico 81, 84, 86, 88, 89, 90

