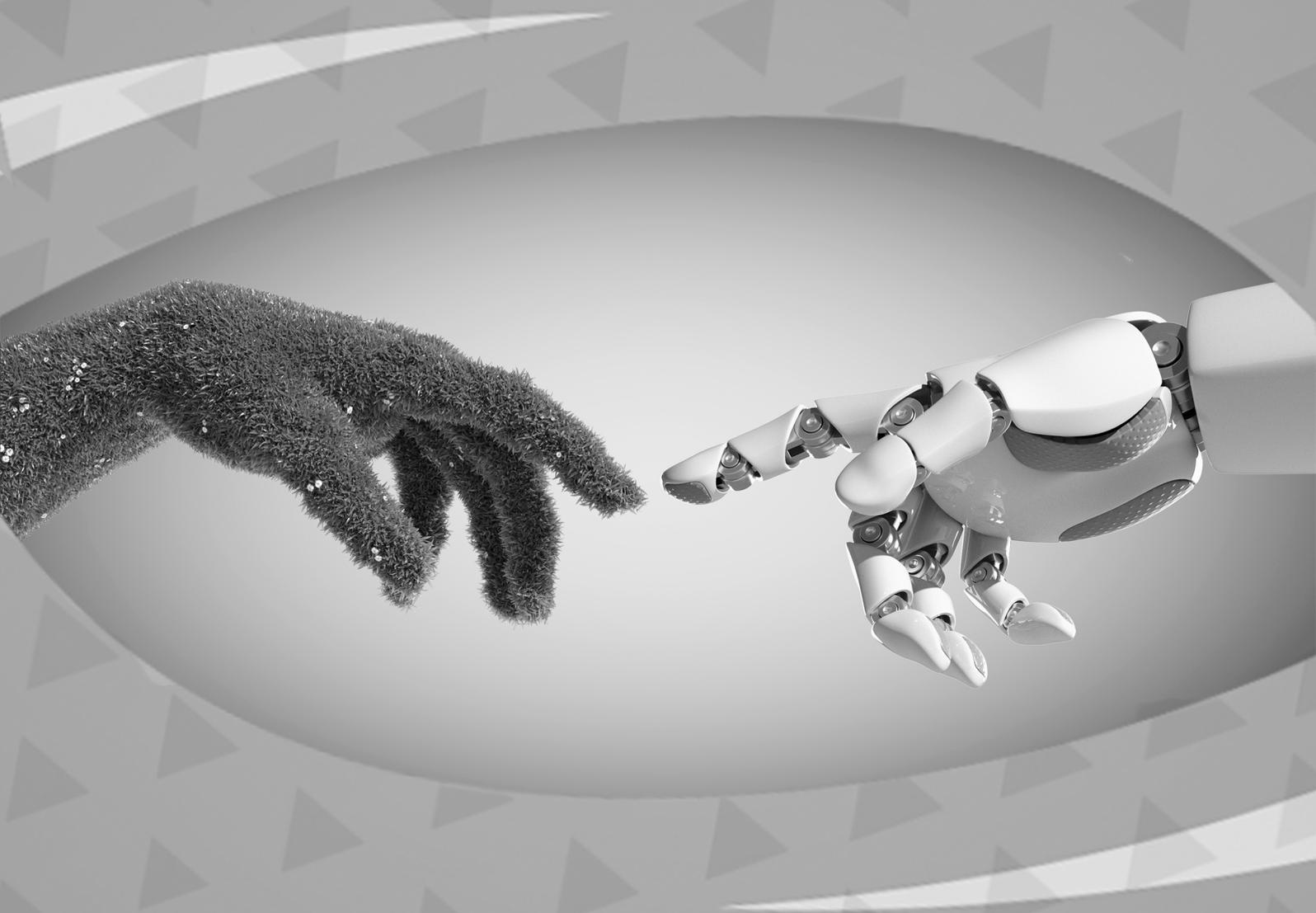


**Franciele Braga Machado Tullio
Leonardo Tullio
(Organizadores)**



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5

**Franciele Braga Machado Tullio
Leonardo Tullio
(Organizadores)**



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5

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: Lorena Prestes

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Profª Drª 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 José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof^a Dr^a 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^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^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. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 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
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 5 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-087-2 DOI 10.22533/at.ed.872200806</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Tullio, Leonardo.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5” contempla vinte e um capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas e inovações aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia.

Pesquisas na área de engenharia elétrica trazem informações sobre transmissão, geração de energia, bem como, pesquisas visando a sustentabilidade e eficiência energética.

São apresentados trabalhos referentes a robótica, demonstrando estudos sobre ferramentas que visam a construção de equipamentos que auxiliam as pessoas a executar determinadas atividades de forma autônoma.

O estudo sobre materiais e seu comportamento auxiliam na compreensão sobre suas propriedades, o que permite a utilização em diversas áreas.

Estudos sobre urbanização, influência do vento na estrutura de edificações, conforto térmico e saneamento também são objetos desta obra.

Esperamos que esta obra promova ao leitor o desejo de desenvolver ainda mais pesquisas, auxiliando na constante transformação tecnológica que a sociedade vem sofrendo, visando a melhoria da qualidade do meio ambiente e economia. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio
Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A EXPERIENCIA DA CHESF NA REPOTENCIAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS DA HIDRELÉTRICA PAULO AFONSO II	
Emmanuel Moura Reis Santos Edson Guedes da Costa Luiz Antônio Magnata	
DOI 10.22533/at.ed.8722008061	
CAPÍTULO 2	11
AVALIAÇÃO DO MODELO DE EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ADOTADO NO BRASIL DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE APRIMORAMENTO	
João Carlos de Oliveira Mello Evelina Maria de Almeida Neves Dalton Oliveira Camponês do Brasil Eduardo Nery Thais Prandini	
DOI 10.22533/at.ed.8722008062	
CAPÍTULO 3	23
MEDIÇÕES DE CAMPO ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES DE CORRENTE CONTÍNUA – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE MEDIÇÃO PARA ATENDIMENTO AOS LIMITES DEFINIDOS PELA ANEEL	
Athanasio Mpalantinos Neto Carlos Ruy Nunez Barbosa Luís Adriano de Melo Cabral Domingues Paulo Roberto Gonçalves de Oliveira Rafael Monteiro da Cruz Silva Júlio César A. de Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.8722008063	
CAPÍTULO 4	35
AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO NO VIÉS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS PLANOS ENERGÉTICOS REFERENCIAIS DO SETOR ELÉTRICO DAS NAÇÕES	
Flavio Minoru Maruyama Andre Luiz Veiga Gimenes Luiz Claudio Ribeiro Galvão Miguel Edgar Morales Udaeta	
DOI 10.22533/at.ed.8722008064	
CAPÍTULO 5	49
CONSTRUÇÃO DE TURBINA DE TESLA E VALIDAÇÃO DE MODELO TEÓRICO	
Lucas Vinicius Capistrano de Souza Leonardo Haerter dos Santos Jader Flores Schmidt Moises da Silva Pereira Agnaldo Rosso	
DOI 10.22533/at.ed.8722008065	

CAPÍTULO 6 64

DIMINUIÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO COM A SUBSTITUIÇÃO DE BATERIAS POR SUPERCAPACITORES

Lourival Lippmann Junior
Rafael Wagner
Carlos Ademar Purim
Francisco José Rocha de Santana

DOI 10.22533/at.ed.8722008066

CAPÍTULO 7 75

O FUTURO DAS TÉRMICAS NA MATRIZ BRASILEIRA – PRÁTICAS E FUNDAMENTOS

João Carlos de Oliveira Mello
Thaís Melega Prandini
Marcelo Ajzen
Xisto Viera Filho
Edmundo Pochman da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8722008067

CAPÍTULO 8 88

UMA VISÃO DE MERCADO NA GESTÃO DE RISCOS DE CONSUMIDORES ELETROINTENSIVOS - MELHORES PRÁTICAS

João Carlos de Oliveira Mello
Camila Câmara Lourenço
Rodrigo Viana
Rogério Catarinacho
Nicolas Jardin Jr

DOI 10.22533/at.ed.8722008068

CAPÍTULO 9 101

CONTROLE SIMPLES E ROBUSTO PARA MANIPULADORES ROBÓTICOS ATRAVÉS DO MOVEIT

Kaike Wesley Reis
Rebeca Tourinho Lima
Marco Antonio dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.8722008069

CAPÍTULO 10 109

DOOGIE MOUSE: UMA PLATAFORMA OPEN SOURCE PARA APLICAÇÃO DE ALGORITMOS INICIAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ROBÓTICA MÓVEL

Caio Alves Amaral
Mateus dos Santos Meneses
Marco Antonio dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.87220080610

CAPÍTULO 11 118

SEISMIC IMAGING USING FPGA APPLIED FOR REVERSE TIME MIGRATION

Joaquim Ranyere Santana de Oliveira
João Carlos Nunes Bittencourt
Deusdete Miranda Matos Junior
Anderson Amorim do Nascimento
Laue Rami Souza Costa de Jesus
Georgina Gonzalez Rojas
Rodrigo Carvalho Tutu
Wagner Luiz Alves de Oliveira
Silvano Moreira Junior

DOI 10.22533/at.ed.87220080611

CAPÍTULO 12 127

LOCALIZAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS EM AMBIENTE INTERNOS USANDO MARCOS FIDUCIAIS

Gabriel da Silva Santos
Etevaldo Andrade Cardoso Neto
Marco Antonio dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.87220080612

CAPÍTULO 13 136

AVALIAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE AMIDO COMO ADITIVO A LUBRIFICANTES

Matheus Gonçalves Leão de Oliveira
Pollyana Grazielle Luz da Rocha
Paulo Vitor França Lemos
Denilson de Jesus Assis
Adelson Ribeiro de Almeida Júnior
Jania Betânia Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.87220080613

CAPÍTULO 14 146

UTILIZAÇÃO DE COATINGS DE QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES (*Solanum lycopersicum*)

Luciano Pighinelli
Anderson Rockenbach
Pamela Persson
Renata Cardoso Pospichil

DOI 10.22533/at.ed.87220080614

CAPÍTULO 15 156

ANÁLISE METALOGRAFICA DA MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DO AÇO AISI 1050 USADO NA HASTE DE DIREÇÃO DE UMA MÁQUINA AGRÍCOLA DA SÉRIE 8R

Vagner dos Anjos Costa
Fábio Santos de Oliveira
Sílvio Leonardo Valença
Gabriela Oliveira Valença
Paulo Henrique de Souza Viana
João Vítor Chaves Cordeiro

DOI 10.22533/at.ed.87220080615

CAPÍTULO 16	165
EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE	
Petronio Silva de Oliveira José Laécio de Moraes Francisco Evanildo Simão da Silva Francisco Thiciano Rodrigues de Assis Edyeleen Mascarenhas de Lima Anderson Lima dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.87220080616	
CAPÍTULO 17	176
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO LUCAIA, SALVADOR-BA	
José Orlando Oliveira Moura Júnior Nicole Caroline B. Santos Xavier Thayna Santana de Lima Alexandre Boleira Lopo	
DOI 10.22533/at.ed.87220080617	
CAPÍTULO 18	182
QUALIDADES DO URBANO	
Franklin Soldati	
DOI 10.22533/at.ed.87220080618	
CAPÍTULO 19	199
ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE CONFORTO TÉRMICO E DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM UNIDADE DE SAÚDE	
Gabriela Regina Rosa Galiassi Ana Clara Alves Justi Gabriel Henrique Justi Maribel Valverde Ramirez	
DOI 10.22533/at.ed.87220080619	
CAPÍTULO 20	215
ANÁLISE DE VIBRAÇÕES INDUZIDAS PELO VENTO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	
Neilton dos Santos Seguins Costa Vilson Souza Pereira Dalmo Inácio Galdez Costa Paulo César de Oliveira Queiroz	
DOI 10.22533/at.ed.87220080620	
CAPÍTULO 21	226
TRANSPORTE DE CROMO (CR ⁺³) E NÍQUEL (NI ⁺²) EM CAMADA DE SOLO COMPACTADA	
Leonardo Ramos da Silveira Newton Moreira de Souza André Luis Brasil Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.87220080621	
SOBRE OS ORGANIZADORES	241
ÍNDICE REMISSIVO	242

EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE

Data de aceite: 02/06/2020

Petronio Silva de Oliveira

Superintendência Estadual de Meio Ambiente
do Ceará Crato-CE

<http://lattes.cnpq.br/4384395439211194>

José Laécio de Moraes

Universidade Regional do Cariri - URCA
Crato-CE

<http://lattes.cnpq.br/9829351853867075>

Francisco Evanildo Simão da Silva

Instituto Agropolos do Ceará
Crato-CE

<http://lattes.cnpq.br/4050637854975937>

Francisco Thiciano Rodrigues de Assis

Universidade Estadual da Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/1885639784901243>

Edyeleen Mascarenhas de Lima

Instituto Federal do Ceará Crato-CE

<http://lattes.cnpq.br/7638008422164535>

Anderson Lima dos Santos

Superintendência Estadual de Meio Ambiente
Juazeiro do Norte-CE

<http://lattes.cnpq.br/8925542924594037>

RESUMO: Os processos de eletrodeposição ou galvanoplastia geram grandes quantidades de efluentes líquidos, com

uma carga pesada de metais pesados e materiais dissolvidos suspensos. Esse fato faz com que esse efluente seja tratado de forma correta e eficiente para alcançar os níveis de concentração dos parâmetros exigidos pela legislação. O presente trabalho descreve uma forma de tratamento clássica mas de grande valia para o meio ambiente. Os parâmetros que são avaliados são (amônia, cádmio, cianeto, cromo total, cromo hexavalente, DQO, níquel, materiais Sedimentáveis, Óleos Vegetais, óleos Minerais, pH, sólidos em suspensão total, sulfato, sulfeto, temperatura, cobre, chumbo e zinco. Uma empresa na cidade de Juazeiro do Norte/CE foi objeto de estudo no presente trabalho. O empreendimento tem como atividade principal a fabricação e venda de semi-jóias como por exemplo brincos, anéis, alianças, correntes, pulseiras, etc. A água é um insumo de extrema importância na produção da empresa gerando em média 30 a 35m³ de efluente. Para o tratamento dos efluentes gerados é utilizado o processo clássico, realizado por bateladas, que consiste em um tratamento via Oxi-Redução. Tendo como finalidade a redução dos metais pesados os quais são precipitados em forma de hidróxidos insolúveis e a oxidação do cianeto a cianato.

PALAVRAS CHAVES: Efluente líquido;

EFFICIENCY OF EFFLUENT TREATMENT IN A GALVANOPLASTY INDUSTRY IN THE CITY OF JUAZEIRO DO NORTE-CE

ABSTRACT: The electrodeposition or electroplating processes generate large amount of wastewater, with a heavy load of heavy metals and dissolved materials suspended. This fact makes this effluent is treated properly and efficiently to achieve the levels of concentration of the parameters required by law. This paper describes a form of classical treatment but of great value to the environment. The parameters that are evaluated are (ammonia, cadmium, cyanide, total chromium, hexavalent chromium, COD, nickel, Sedimentable materials, Vegetable Oils, oils minerals, pH, solids in full suspension, sulfate, sulfite, temperature, copper, lead and zinc . A company in the city of Juazeiro / EC has been the object of study in this work. The project is primarily engaged in the manufacture and sale of semi-jewelry such as earrings, rings, wedding rings, chains, bracelets, etc. Water is an input of utmost importance in the company's production generating on average 30 to 35m³ effluent. For the treatment of wastewater generated is used the classic process performed by batch, consisting of a treatment via Oxi-reduction. For purposes of reduction heavy metals which are precipitated in the form of insoluble hydroxides and oxidation of cyanide to cyanate.

KEYWORDS: Liquid efluente; Treatment; Electroplating.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma demanda na cidade de Juazeiro do Norte por parte da população civil, bem como as instituições organizadas em compreender ou acreditar que os efluentes das indústrias de galvanoplastia de joias e semijoias estão sendo lançados no solo, corpos d'água e lençóis freáticos dentro dos padrões exigidos pelas normas técnicas.

Nos dias 18 e 22 de maio a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace), por meio da Diretoria de Fiscalização (Difis), fez a operação Metal Nobre, no município de Juazeiro do Norte, que durante a ação foram verificados 25 (vinte e cinco) empreendimentos que realizam o trabalho de “folheamento” em semijoias e bijuterias (SEMACE, 2015). Entretanto segundo SEBRAE(2007) afirmam que o ramo de folheados no município congrega 40 empresas formais e cerca de 250 informais, sendo desse universo 100 (cem) delas são indústrias.

Essas atividades podem acarretar sérios prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública caso não cumpram as exigências de controle ambiental. Isso porque o banho químico das peças é considerado de alto potencial poluidor degradador. Vale ressaltar que o município se destaca nacionalmente como um dos polos na produção de semijoias e bijuterias, estando atrás apenas de Limeira/SP e Guaporé/RS (FERNANDES, 2005).

Outro ponto que vale ressaltar é a água que é um insumo bastante utilizado nas indústrias galvânicas, tais usos são: lavagens de peças por todo o processo, preparação das soluções eletrolíticas, limpeza de pisos e tubulações. Com essas finalidades as águas tornam-

se contaminadas por resíduos do processo industrial ou pelas perdas de energia térmica, originando assim os efluentes líquidos contaminados com os sais metálicos dissolvidos.

A indústria de galvanização é caracterizada pelo excessivo consumo de água e energia, pela geração de efluentes líquidos contendo metais pesados e emissões gasosas, oriundas das perdas por evaporação dos banhos aquecidos, além dos resíduos sólidos gerados no preparo dos materiais a serem galvanizados. Os efluentes líquidos gerados na indústria galvânica são provenientes das operações de limpeza de peças brutas, das soluções perdidas ou arrastadas durante o processo, do eventual descarte dos banhos, das águas de lavagem do piso e, principalmente, do descarte das águas de enxágue das peças retiradas dos banhos eletroquímicos. A elevada carga tóxica dos efluentes líquidos gerados no processo de galvanoplastia é composta, principalmente, por sais de cianeto e metais pesados como cobre, níquel e cromo, entre outros, que podem estar presentes nas formas solúvel e insolúvel (PACHECO, 2002).

O tratamento dos efluentes do processo de galvanização, normalmente, é realizado por processos físico-químicos em batelada, gerando uma grande quantidade de lodo galvânico, classificado como resíduo perigoso, de acordo com a NBR 10.004, da ABNT. (PACHECO, 2002). Segundo CPRH (2001), em se tratando de indústrias de tratamento de superfícies metálicas, parâmetros como metais pesados, DBO, DQO são os mais significativos e limitam o descarte dos efluentes líquidos, portanto, merecedores de um constante monitoramento.

A contaminação de ambientes aquáticos causada por metais pesados e efluentes com altos índices de cor e turbidez se tornou, nas últimas décadas, objetivo de interesse pelas autoridades responsáveis. Há uma forte demanda de tecnologias mais econômicas para a remoção desses poluentes. A remoção destes contaminantes é, conseqüentemente, uma prioridade na pesquisa e na exigência para o atendimento da legislação ambiental atual.

A poluição pelos efluentes líquidos industriais deve ser controlada inicialmente pela redução de perdas nos processos, incluindo a utilização de processos mais modernos, arranjo geral otimizado, redução do consumo de água incluindo as lavagens de equipamentos e pisos industriais, redução de perdas de produtos ou descarregamentos desses ou de matérias primas na rede coletora. A manutenção também é fundamental para a redução de perdas por vazamentos e desperdício de energia.

O tratamento dos efluentes que contêm metais pesados é frequentemente um problema econômico e/ou técnico por causa da composição e da severidade crescente de padrões que regulam o descarte (PAGNANELLI, 2002). Diversos métodos estão sendo adotados para o tratamento de efluentes contendo metais pesados, entre eles, cita-se precipitação química, troca iônica (resinas), osmose inversa e adsorção (carvão ativado e biossorção).

Entre os processos convencionais de remoção de metais de superfície, aproximadamente 75 % das indústrias de tratamento de superfície utilizam o processo de precipitação química, pois se apresenta como um método relativamente simples e econômico, com o inconveniente de gerar grandes quantidades de lodo (CPRH, 2001).

Os processos de tratamento a serem adotados, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados são considerados a partir dos seguintes fatores: a legislação

ambiental regional; o clima; a cultura local; os custos de investimento; os custos operacionais; a quantidade e a qualidade do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes industriais; a qualidade do efluente tratado; a segurança operacional relativa aos vazamentos de produtos químicos utilizados ou dos efluentes; explosões; geração de odor; a interação com a vizinhança; confiabilidade para atendimento à legislação ambiental; possibilidade de reuso dos efluentes tratados (GIORDANO, 1999).

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

O presente trabalho visa analisar a forma de tratamento de efluentes gerados a partir de uma indústria de galvanoplastia no município de Juazeiro do Norte. CE.

1.1.2 1.1.3 *Objetivos Específicos*

Dentre os principais, destacamos: Verificar a relação produção versus geração de efluentes; adequar o efluente de acordo com a legislação vigente; analisar todos os elementos da estação de tratamento de efluentes; otimizar processos que possam melhorar a qualidade ambiental; e promover o desenvolvimento sustentável.

1.2 Justificativa

Existem inúmeras indústrias dessa natureza na cidade de Juazeiro do Norte, apenas em uma operação foram encontrados 25(vinte e cinco) empreendimentos, sendo que oito foram notificados pelos fiscais ambientais da Superintendência Estadual de Meio Ambiente - SEMACE para regularizarem sua situação junto ao licenciamento da Superintendência, já que essa é a responsável por licenciar esse tipo de atividade em decorrência do alto potencial poluidor degradador definido na resolução do COEMA 07, de 2019. Uma das empresas foi embargada, pois está destinando seus efluentes sem tratamento diretamente em um aparelho sanitário, ou seja, lançando “in natura” no solo, contaminando os corpos d’água e o lençol freático (SEMACE, 2020).

O procedimento empregado para o tratamento de efluentes confere o atendimento à resolução CONAMA 357, bem como as Resoluções do COEMA 02, de 2017, mostrando ser eficiente e aplicável ao processo da empresa estudada, podendo ser aplicado também a outras empresas que possuem o processo de geração de efluentes de galvanoplastia. As empresas no município de Juazeiro do Norte estão cada vez mais se adequando as legislações ambientais.

O cumprimento com as obrigações do tratamento dos efluentes são exigidas cada vez mais pela Companhia de Água e Esgoto - CAGECE, pela Superintendência Estadual de Meio Ambiente - SEMACE e pela Autarquia Municipal de Meio Ambiente - AMAJU. Esses órgãos estão cada vez mais se adequando as exigências legais em âmbito nacional e internacional que automaticamente perpassam aos empresários o comprometimento com a importância

do tratamento de efluente, destacando a preservação do meio ambiente.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Costa (1988) é adotado o método clássico onde é realizado por bateladas, que consiste em um tratamento via Oxirredução onde ocorrerá a redução dos metais pesados os quais são precipitados em forma de hidróxidos insolúveis utilizando hidróxido de sódio (soda cáustica) ou cal hidratada (hidróxido de cálcio) e a oxidação do cianeto a cianeto utilizando o hipoclorito de sódio. Com esse rigoroso tratamento assim se o efluente estará nos limites toleráveis para os descartes na rede pública coletora de esgoto ou até mesmo em corpos hídricos A precipitação dos metais pesados ocorre em faixas de PH correspondentes como, (Cobre – 10,0 – Zinco – 9,0 – Cádmio 10,0 –Níquel – 10,0).

De acordo com PASQUALINI (2004) a decantação dos precipitados em forma de hidróxido insolúveis ocorre por meio de agentes coagulantes e floculantes. Após todo o tratamento de oxidação do cianeto e redução dos metais pesados o PH do efluente é neutralizado por meio de ácido nítrico ou clorídrico e descartado.

Tratamento de Cromo hexavalente

O princípio básico do tratamento de efluentes físico-químicos (metais) é transformar o metal dissolvido na forma iônica em outro produto deste mesmo metal que não seja solúvel em água. Estes produtos são os hidróxidos metálicos. Para formação destes hidróxidos basta que adicionemos aos efluentes íons hidroxilas (provenientes da cal e da soda cáustica) Todos os metais com exceção ao CROMO HEXAVALENTE (Cr^{6+}), reagem com facilidade em contato com as hidroxilas (OH^-). O metal CROMO é a única exceção, pois somente reage com o OH^- se estiver na forma TRIVALENTE (Cr^{3+}). Portanto, como uma primeira etapa no tratamento do cromo, devemos reduzi-lo de (Cr^{6+}) para (Cr^{3+}) (PACHECO, 2012).

Os reagentes conhecidos como agentes redutores são utilizados dependendo do meio em que reagem. Quando o meio é ácido, se utiliza metabissulfito de sódio e se o meio é neutro ou alcalino o agente usado é o hidrossulfito de sódio.

Tratamento de Cianeto

O Caso do cianeto é diferente, pois o cianeto não é um cátion, mas sim um ânion (CN^-) que tem a capacidade de “complexar” o metal a ele associado. Estando o metal na forma de complexo (cianeto de cobre, de zinco, de níquel, etc.), o íon hidroxila não consegue reagir para formar o hidróxido e assim precipitar o metal.

A única forma de conseguirmos fazer a hidroxila reagir com o metal e forma hidróxido é destruir cianeto para libertar o complexo, e para destruir o cianeto temos que oxidá-lo a cianeto (CNO^-), utilizando como reagente oxidante o hipoclorito de sódio (NaClO) ou hipoclorito de cálcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$).

Neutralização

A neutralização é responsável pela formação de hidróxidos metálicos, pela adição de hidroxilas provenientes de soluções alcalinas tais como: soda cáustica, cal, carbonatos, etc. Dependendo da carga sólida do efluente (quantidade de metais presentes, não deve ser encarada apenas como a adição de um agente alcalino, mas sim como um auxiliar de clarificação (floculação) e filtração de lodo).

Clarificação

Para iniciar o tratamento de um efluente industrial, devem ser removidos os sólidos suspensos, óleos e graxas, para depois remover as impurezas dissolvidas através do processo físico-químico que se resume em transforma-los, através de reações químicas, em compostos solúveis.

A clarificação é o processo através do qual se removem as impurezas presentes na forma de sólidos suspensos, incluindo a remoção da turbidez e da cor, e que compreende os processos de coagulação, floculação e decantação.

Coagulação

Essas impurezas apresentam, na maior parte dos casos, carga superficial negativa, impedindo que as mesmas se aproximem uma das outras.

Para que essas impurezas possam ser removidas, é preciso altear suas características físico-químicas através da adição de sais alumínio (sulfato de alumínio ou policloreto de alumínio) e ferro (Cloreto de ferro), que são os mais efetivos para formar coágulos, do qual resultam dois fenômenos. O primeiro essencialmente químico consiste nas reações de coagulação com água e na formação de espécie hidrolisadas com carga positiva. Depende da concentração do metal e do pH final da mistura. O Segundo, fundamentalmente físico, consiste no transporte de espécies hidrolisadas, para que haja contato com as impurezas presentes na água.

Floculação

A floculação é o processo que agrega os coágulos em suspensão, tornando-os maiores e de maior peso, acelerando a velocidade de decantação. Isso ocorre com a adição de polieletrólitos, que são polímeros a base de poli(acrilamidas de cadeias moleculares muito extensas, que adquirem cargas eletrostáticas na sua diluição em água, pela atuação das forças de atrito. Existem vários tipos de polieletrólitos: Catiônicos (adquirem cargas positivas), aniônicos (adquirem cargas negativas) e não iônicos (adquirem ambas as cargas, cada uma em uma extremidade da molécula), servindo cada um para um tipo de efluente. No caso de efluentes contendo metais (cátions:+), utilizaremos um polímero aniônico (de carga oposta:-)

Benefícios e vantagens na utilização dos polímeros

- Aumenta a eficiência da ETE
- A turbidez da água tratada é visivelmente melhorada
- Redução no volume de produtos químicos, conseqüentemente a redução no custo do

tratamento.

- Melhor compactação de lodo

Decantação

A decantação é o processo de precipitação dos flocos pela ação da gravidade, separando-se o sedimento da água tratada. O tempo de decantação deve ser de 24 horas para que o processo tenha eficiência.

Portanto, em efluente industrial após tratamento físico-químico formará duas fases: uma líquida, que é a água tratada, conhecida como sobrenadante, e a segunda fase, formada por sólidos, conhecida como lodo galvânico. O efluente antes de ser descartado deve ser verificado o pH, temperatura e materiais sedimentáveis. O lodo deve ser separado acondicionado e armazenado, depois destinado a reciclagem ou co-processamento.

3 | METODOLOGIA

O município de Juazeiro do Norte, Ceará criado em 1911, está localizado nas coordenadas $7^{\circ} 12' 47''$ (S) e $39^{\circ} 18' 55''$; (WGr), na Região Metropolitana do Ceará, no Sul do estado, ficando a uma distância de 396 km da capital, Fortaleza (Fig.1). Tendo como limites as cidades de Caririçu, Missão Velha, Barbalha e Crato.

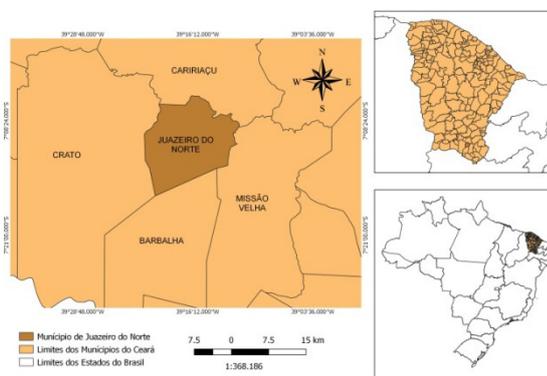


Figura 1: Mapa de Localização da cidade de Juazeiro do Norte/CE.

Fonte: Autores, 2019. Elaboração: *Software Qgis*.

O estudo foi realizado em uma empresa na cidade de Juazeiro do Norte, CE. O empreendimento se destaca como uma das principais no ramo de fabricação de semi-jóias como, por exemplo, brincos, anéis, alianças, correntes, pulseiras, etc., Aplicando camadas de cobre, níquel, cromo, prata e ouro nas peças. Dessa atividade faz com que a empresa gere 30 a 35m³ de efluente diário. A água da empresa é proveniente de um poço profundo devidamente autorizado para utilização. O tratamento do efluente é realizado por batelada. Todas as águas de lavagem, arrastes, descartes de soluções do processo produtivo são destinadas a um tanque receptor de 30m³. A estação de tratamento de efluentes contem seis tanques cada um com capacidade de 5m³. Existe um operador devidamente capacitado para a operação da estação, tais operações são o bombeamento do efluente do tanque receptor

até os tanques de tratamento, preparo das soluções químicas para realizar o tratamento, descarte, acondicionamento do lodo galvânico gerado. É realizado o controle de pH, materiais sedimentáveis, temperatura e vazão.

É realizada análise do efluente tratado por um laboratório especializado onde são analisados os seguintes parâmetros (amônia, cádmio, cianeto, cromo total, cromo hexavalente, DQO, níquel, materiais Sedimentáveis, Óleos Vegetais, óleos Minerais, pH, sólidos em suspensão total, sulfato, sulfeto, temperatura, cobre, chumbo e zinco), de acordo com os valores de referência exigida pela legislação vigente.

A empresa tem uma produção diária de 65kg de peças processadas na galvânica. É gerado cerca de 400kg de lodo galvânico, o qual é utilizado sacos com tecido apropriado para separar o efluente do lodo formado. Esse lodo é acondicionado em tambores de poli etileno tampados, identificados e armazenados em local seco e arejado com piso adequado. Junta-se em torno de 18000kg e envia para empresa especializada na reciclagem e descontaminação.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a adequação da empresa é preciso uma série de esforços para manterem as Estações de tratamento funcionando adequadamente. É necessário um mini laboratório, a estrutura da estação de tratamento, mão de obra qualificada, envio do lodo galvânico da ETE para uma empresa de reciclagem especializada, além de assessoria técnica.

Ensaio físico-químico ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Amônia	< 0,1	EPA 350.1, APHA 44500D-NH3	5,0 mg N/L	mg/L
Cádmio	<0,1	S M W W 2 2 n d -1500B-Cd	0,2 mg Cd/L	mg/L
Cianeto	<0,1	S M W W 2 2 n d -2500B-Ci	0,2 mg CN/L	mg/L
Cromo total	0,6	S M W W 2 2 n d -5500A-Cr	5,0 mg Cr/L	mg/L
Cromo hexavalente	0,2	S M W W 2 2 n d -5500B-Cr	0,5 mg Cr/L	mg/L
DQO	4,0	Refluxação Fechada-Modificado- Método B	200,00	mg/L
Níquel	1,0	S M W W 2 2 n d -5400-Ni	2,0 mg Ni/L	mg/L
Materiais Sedimentáveis	<0,1	Cone Imhof	Até 1,0 ml/l.h	mg/L.h

Óleos Minerais	4,0	Extração de Soxhlet	20,0 mg/L	mg/L
Óleos Vegetais	0,0	Extração de Soxhlet	50,0 mg/L	mg/L
pH	7,71	Eletrométrico	5,0 a 9,0	pH
Sólidos em Suspensão Total	13,0	Gravimétrico	Até 100,0	mg /L
Sulfato	10	S M W W 2 2 n d - -4500E-SO4	500,0 mg SO42-/L	mg/L
Sulfeto	<0,1	SM4500S2-D	1,0 mg S/L	mg/L
Temperatura	29°C	Filamento de Mercúrio	< 40 °C	°C
Cobre	< 0,1	S M W W 2 2 n d - -3500B-Cu	1,0 mg Cu/L	mg/L
Chumbo	< 0,1	S M W W 2 2 n d - -4800B-Pb	0,5 mg Pb/L	mg/L
Zinco	1,2	S M W W 2 2 n d - -4800B-Zn	5,0 mg Zn/L	mg /L

Tabela 1: Análise do efluente tratado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As **Tabelas 1 e 2** mostram dados de análise do efluente tratado da indústria de semijóias e valores da norma padrão permitidos. No geral, percebe-se que para todos os elementos analisados para este efluentes apresentaram estar abaixo dos valores permitidos na norma, evidenciando que este efluente foi bem tratado. Contudo é bom destacar alguns fatores para melhor visualização.

ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	VMP	UNIDADE
Coliformes Termotolerantes	32	SMWW 22nd-9222 D	5000 UFC/100 ml	UFC/ 100 mL
Coliformes Totais	50	SMWW 22nd-9222B	-	UFC/ 100 mL

Tabela 2: Ensaio Microbiológicos Analíticos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como se trata de uma indústria de semijóias, é comum encontrar quantidades consideráveis de metais pesados em seus efluentes. Observando a **Tabela 1**, conclui-se que os métodos empregados para o tratamento destes efluentes foram bem eficientes, visto que para esta classe, a quantidade apresentada após os tratamentos foi consideravelmente baixa. Isto pode ser evidenciado pela quantidade apresentado de alguns metais. Cádmiu,

Chumbo, Cobre apresentaram valores menores que 0,1 mg/L, enquanto o Cromo Total foi 0,6 mg/L. Comparando com os valores das normas da Legislação (COEMA 02, de 2017), os testes para quantidade desses metais pesados foram satisfatórios, pois apresentam valores bem abaixo do máximo permitido, principalmente se tratando do Cromo, cujo valor máximo permitido é de 5 mg/L. Estes valores evidenciam que o método para remoção de MP do efluente tratado foram bem eficientes.

Quanto as características físico-químicas, destaca-se a temperatura e o pH. O tratamento do efluente também foi bem eficiente para tais características, visto que apresentaram valores dentro da faixa permitida e das condições ambientais. Para temperatura, 29 °C se aproxima do valor do ambiente, e o pH de 7,1 está localizado na zona neutra.

Para os elementos tóxicos, apresentaram resultados bastantes satisfatórios, com destaque para amônia. O máximo permitido pela legislação é de 5 mg/L, e o resultado apresentado pelo efluente tratado foi menor que 0,1 mg/L. Apesar de menor proporção, destaca-se também o cianeto, que foi removido com certa eficiência e ficou bem abaixo do máximo permitido, que é de 0,2 mg/L.

A DQO, que mede o consumo de oxigênio devido a presença de matéria orgânica no efluente tratado, foi bem satisfatório, visto que o resultado apresentado foi de 4 mg/L, e o máximo permitido é de 200 mg/L. Assim, os métodos empregados para remoção do material orgânico foram de extrema eficiência.

Quanto à presença de oleaginosas, não houve ou foi totalmente removido os óleos vegetais do efluente pós-tratamento, enquanto óleos minerais foram bem reduzidos, para uma faixa de 4 mg/L, abaixo do máximo que é de 20 mg/L.

O mesmo padrão também se observou para os materiais sedimentáveis e os sólidos em suspensão total, onde o tratamento do respectivo efluente reduziu consideravelmente a quantidade destes materiais e sólidos para bem abaixo do máximo permitido pela legislação.

Para o os coliformes termotolerante e totais o tratamento também tem eficiência, deixando esses analitos dentro do padrão estabelecido pela legislação ambiental.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um dos insumos bastante utilizado para os banhos eletrolíticos, gerando grande volume de efluentes. Para isso as empresa devem tratar tais efluentes, para que o mesmo possa ser lançado em rede coletora de saneamento básico ou até mesmo em algum corpo hídrico, nos padrões exigidos em leis. Mediante resultados obtidos podem ser feitas algumas considerações. As indústrias de semijóias instalada no município de Juazeiro do Norte utilizam o processo de precipitação química para o tratamento do efluente líquido gerado, toda via esse processo é relativamente barato, mas há o inconveniente de gerar grande volume de lodo galvânico, sendo este um lodo químico que é classificado como resíduo classe I, isso faz que as empresas tenha a responsabilidade de dispor a destinação a empresas devidamente capacitadas seja para co-processamento ou reciclagem através da recuperação dos metais encontrado. Sendo assim o presente trabalho mostra o aumento no

volume de trabalho e o crescimento da atividade com criação de empregos direto e indiretos, mostrando a importância da responsabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

COEMA. Conselho Estadual de Meio Ambiente. **DISPÕE SOBRE PADRÕES E CONDIÇÕES PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS POR FONTES POLUIDORAS NO AMBITO DO ESTADO DO CEARÁ**. Resolução nº 02 de 02 de fevereiro de 2017.

COEMA. Conselho Estadual de Meio Ambiente. **DISPÕE SOBRE AS DEFINIÇÕES DAS ATIVIDADES DE IMPACTO LOCAL E REGIONAL**. Resolução nº 07 de 12 de setembro de 2019.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **DISPÕE SOBRE PADRÕES E CONDIÇÕES PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS GERADOS POR FONTES POLUIDORAS NO TERRITÓRIO NACIONAL**. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.

COSTA, C. A. **Sorção de Íons Cobre, Níquel e Zinco com o Rejeito do Beneficiamento de Carvões e Outros Materiais Alternativos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 1998. 64 p. Tese (Mestrado).

CPRH, COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE. **Roteiro Complementar de Licenciamento e Fiscalização: Tipologia Galvanoplastia**. Recife: CPRH/GTZ. 2001.

PACHECO, C. E. M. **Projeto piloto de prevenção à poluição em indústrias de bijuterias no município de Limeira: casos de sucesso**. (2002) CETESB, São Paulo, 32 p.. Disponível em: <http://www.cetesb.br>. Acesso em: 24 agosto 2010.

PAGNANELLI, F.; ESPOSITO, A.; VEGLIÒ, F. **Multimetallic modelling for biosorption of binary systems**. *Water Research*, v. 36, p. 4095-4105. 2002.

PASQUALINI, A. **Estudo de Caso Aplicado a Galvanoplastia**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2004. Tese (Mestrado).

SEMACE, **Semace realiza operação Metal Nobre para coibir danos ambientais na produção de bijuterias**. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/2015/06/semace-realiza-operacao-metal-nobre-para-coibir-danos-ambientais-durante-a-producao-de-bijuterias/> Acesso em: 02 de fevereiro 2020.

FERNANDES, L.S. C., 2005. **Arranjo produtivo de jóias e folheados de Juazeiro do Norte**: Uma proposta que vale ouro. Dissertação de Mestrado, UFC, p. 13-24.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Biopolímeros 137, 146, 147

C

Coatings 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155

Coeficiente de atrito 136, 137, 141, 144

Cogeração 50, 51, 90

Competitividade 77, 78, 81, 85, 86, 88, 94, 99

Computação verde 119

D

Desenvolvimento sustentável 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 168

Desperdício 146, 147, 167

E

Efluente líquido 165, 174

Energia 9, 1, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 35, 38, 39, 49, 50, 51, 52, 58, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 114, 119, 167, 217, 230, 231

Expansão da geração 15, 18, 75, 76, 85

F

FPGA 12, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126

G

Galvanoplastia 165, 166, 167, 168, 175

Geração 9, 1, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 49, 50, 51, 60, 62, 69, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 167, 168, 184, 188

Gerador 1, 2, 5, 6, 9, 10, 47, 58, 76

H

Hidrelétrica 1, 10, 79

I

Inteligência artificial 109, 110, 113

L

Leilões de transmissão 11, 15, 16, 17, 19, 21

Localização 12, 17, 30, 85, 87, 113, 127, 128, 127, 128, 133, 134, 171, 178, 202

M

Manipulador-H 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108

Manutenção 6, 8, 10, 12, 21, 41, 51, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 76, 152, 158, 167, 185, 188, 189, 192
Marcos fiduciais 127, 128, 129, 134
Melhores práticas 77, 88, 89, 91, 100
Mercado Livre 88, 99, 100
Metalografia 156, 158, 159, 160
Micromouse 109, 110, 111, 113, 166, 117
Microscopia óptica 156
Migração Sísmica 119
Movelt 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108

N

Nanolubrificante 136, 139, 141
Nanopartículas de amido 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144

O

Open source 109, 110, 129
Oportunidades 11, 13, 75, 88, 90, 95, 97, 134, 187

P

PIR 35, 36, 37, 46, 47, 48
Planejamento energético 35, 36, 38, 44, 46, 47, 48
Project Finance 11

Q

Quitosana 146, 147, 148, 149, 150, 152

R

Rendimento 49, 50, 52, 53, 58, 60, 61
Repotenciação 1, 3, 8, 9, 10
Risco 4, 15, 51, 67, 76, 79, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 95, 97, 99, 228
Robótica 9, 101, 102, 103, 107, 109, 110, 111, 112, 117, 127, 128, 135
Robótica móvel 110, 109, 128
ROS 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 129
RTM 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125

S

Setor elétrico 11, 13, 15, 22, 24, 29, 35, 36, 41, 45, 47, 75, 76, 77, 85, 98, 99
Simulação 17, 25, 34, 93, 94, 95, 96, 104, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 127, 129, 130, 132, 216, 226
Smart Grid 64, 70
Supercapacitor 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74
Supercomputação 119
Sustentabilidade 9, 64, 99

T

Taxa de desgaste 136, 139, 143, 144

Térmicas 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 96, 209, 214

Tratamento 38, 128, 158, 156, 160, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 180, 229

Turbina de Tesla 49, 50, 51, 52, 60, 62

 **Atena**
Editora

2 0 2 0