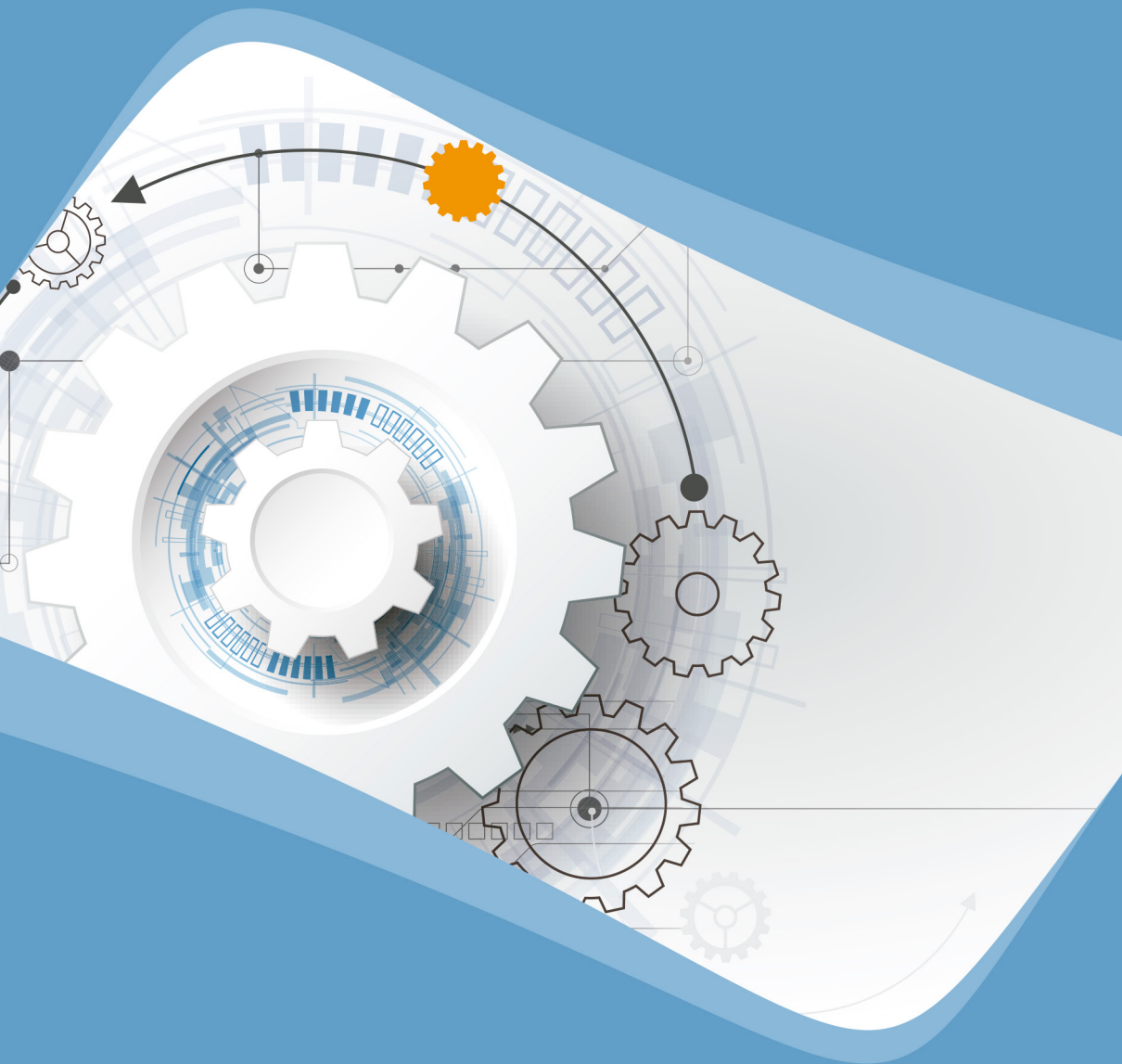


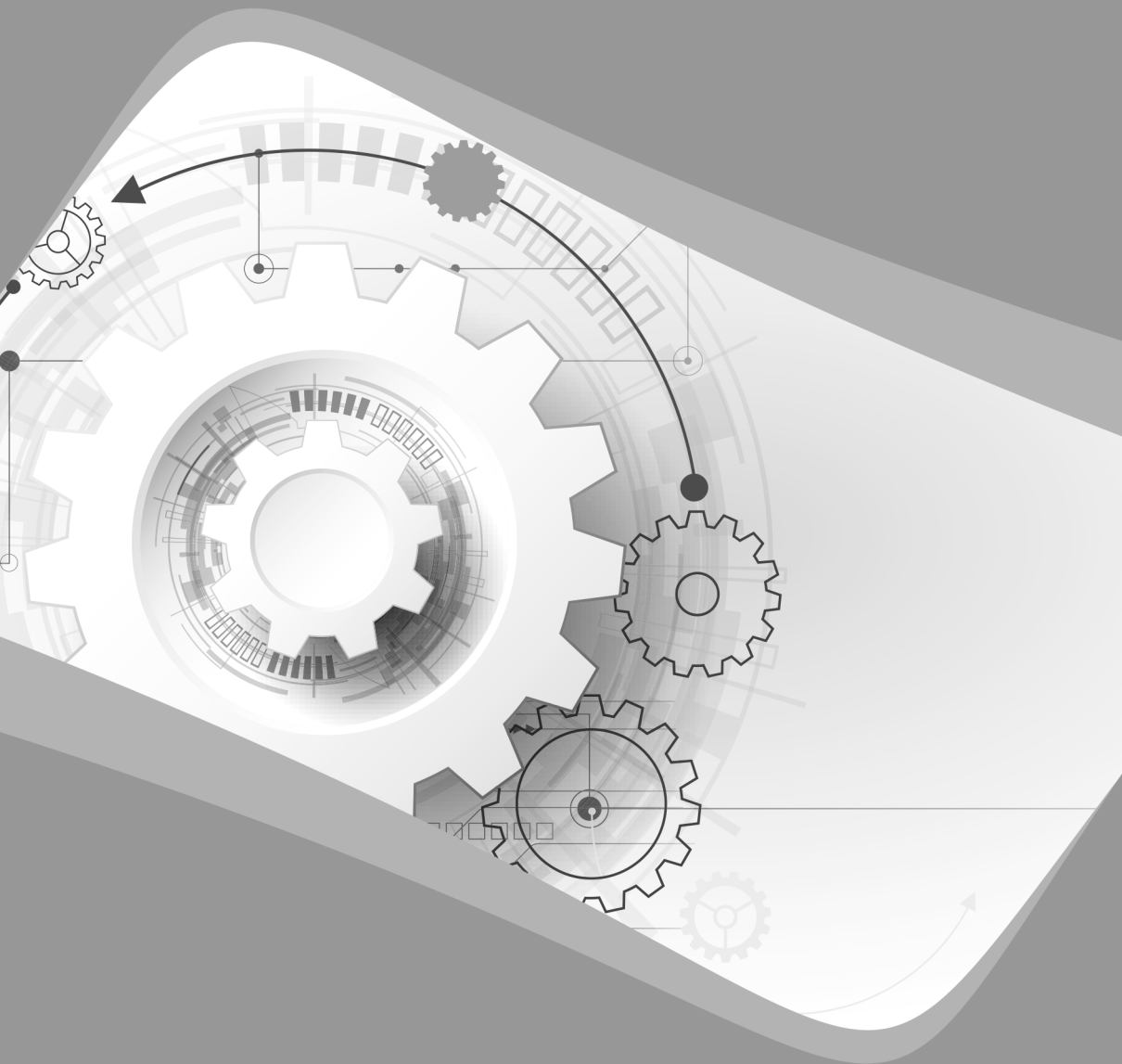
Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 3



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 3



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian 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. Dr. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 3 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-5706-613-3
 DOI 10.22533/at.ed.133202311

1. Engenharia. 2. Pesquisa. 3. Inovação. 4. Resultados.
 I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.
 CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril. Destaca os processos de reciclagem e sustentabilidade dentro do contexto empresarial e de resíduos gerados nos processos produtivos.

Da ênfase em alguns trabalhos voltados a prevenção de incêndios florestais através do emprego de técnicas específicas, além de realizar um levantamento econômico dos prejuízos gerados com os mesmos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE SOLIDIFICAÇÃO UNIDIRECIONAL NO COMPORTAMENTO ELÉTRICO DA LIGA CU-8,5%SN

Ariovaldo Merlin Cipriano
Ricardo Aparecido da Cruz
Rogério Teram
Maurício Silva Nascimento
Vinícius Torres dos Santos
Márcio Rodrigues da Silva
Antonio Augusto Couto
Givanildo Alves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.1332023111

CAPÍTULO 2..... 11

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO ELÉTRICO DE LIGAS DE ALUMÍNIO OBTIDAS POR SOLIDIFICAÇÃO UNIDIRECIONAL

Jorge Athanasios Pimenidis
Rogério Teram
Maurício Silva Nascimento
Vinícius Torres dos Santos
Márcio Rodrigues da Silva
Antonio Augusto Couto
Givanildo Alves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.1332023112

CAPÍTULO 3..... 23

ANÁLISE MECÂNICA COMPARATIVA DE FIO ORTODÔNTICO NITI E AÇO INOXIDÁVEL

Manoel Quirino da Silva Júnior
Áleft Verlanger Rocha Gomes
Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Dyana Alves de Oliveira
Ricardo Alan da Silva Vieira
Brenda Nathália Fernandes Oliveira
Juciane Vieira de Assis
Mariza Cláudia Pinheiro de Assis
Bárbara Jéssica Pinto Costa
Diogo Silva de Aguiar Nobre

DOI 10.22533/at.ed.1332023113

CAPÍTULO 4..... 34

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE BATATA E AMIDO DE MILHO

Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Kristy Emanuel Silva Fontes
Mariza Cláudia Pinheiro de Assis
Bárbara Jéssica Pinto Costa

Dyana Alves de Oliveira
Diogo Silva de Aguiar Nobre
Ricardo Alan da Silva Vieira
Juciane Vieira de Assis
Francisco Leonardo Gomes de Menezes
Manoel Quirino da Silva Júnior
Brenda Nathália Fernandes Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1332023114

CAPÍTULO 5..... 45

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE BIOFILMES PRODUZIDOS A PARTIR DE FÉCULA DE MANDIOCA E FÉCULA DE BATATA

Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Kristy Emanuel Silva Fontes
Mariza Cláudia Pinheiro de Assis
Bárbara Jéssica Pinto Costa
Dyana Alves de Oliveira
Diogo Silva de Aguiar Nobre
Ricardo Alan da Silva Vieira
Juciane Vieira de Assis
Francisco Leonardo Gomes de Menezes
Manoel Quirino da Silva Júnior
Brenda Nathália Fernandes Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1332023115

CAPÍTULO 6..... 54

AVALIAÇÃO DA CURVA TENSÃO-DEFORMAÇÃO DE FIOS ORTODÔNTICOS DA LIGA NiTi COM EFM

Manoel Quirino da Silva Júnior
Áleft Verlanger Rocha Gomes
Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Dyana Alves de Oliveira
Ricardo Alan da Silva Vieira
Brenda Nathália Fernandes Oliveira
Juciane Vieira de Assis
Mariza Cláudia Pinheiro de Assis
Bárbara Jéssica Pinto Costa
Diogo Silva de Aguiar Nobre

DOI 10.22533/at.ed.1332023116

CAPÍTULO 7..... 65

METAIS, CERÂMICAS E POLÍMEROS: SUAS APLICAÇÕES COMO BIOMATERIAL

Thaíla Gomes Moreira
Amanda Melissa Damião Leite
Kaline Melo de Souto Viana

DOI 10.22533/at.ed.1332023117

CAPÍTULO 8.....	75
COMPONENTES FÍSICOS E SISTEMAS EMBARCADOS EM UM SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA	
Paulo Henrique Tokarski Glinski Alex Luiz de Sousa Mário Ezequiel Augusto	
DOI 10.22533/at.ed.1332023118	
CAPÍTULO 9.....	82
ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CAMPO ELÉTRICO EM ESTRUTURAS PERIÓDICAS CONSIDERANDO O EFEITO DISPERSIVO DO MATERIAL	
André Ferreira Teixeira Moacir de Souza Júnior Ramon Dornelas Soares	
DOI 10.22533/at.ed.1332023119	
CAPÍTULO 10.....	96
ARIMA METHODOLOGY APPLIED TO DEVELOP A VERY SHORT-TERM WIND POWER FORECAST MODEL FOR THE PALMAS WIND FARM (BRAZIL)	
Paulo Henrique Soares Alexandre Kolodynskie Guetter	
DOI 10.22533/at.ed.13320231110	
CAPÍTULO 11.....	113
LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUS INSERVÍVEIS EM MACEIÓ	
Adriano Marinheiro Pompeu João Victor de Holanda Porto Correia Lara Joanna Cardoso Nunes Ferreira Libel Pereira da Fonseca Nicole Maria da Silva Romeiro João Marcos da Silva Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.13320231111	
CAPÍTULO 12.....	127
A INTEGRAÇÃO DO <i>ESPAÇO</i> COMO UM FATOR DE RISCO PSICOSSOCIAL NO TRABALHO: AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO	
Carla Nunes de Carvalho Peixoto de Barros Luís Manuel Moreira Pinto de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.13320231112	
CAPÍTULO 13.....	138
REDIRECIONAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: PERSPECTIVAS, DESAFIOS E LEGADOS DA COMPOSTAGEM EM PRÁTICAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA	
Rui Pedro Cordeiro Abreu de Oliveira Carlos de Araújo de Farrapeira Neto Iury de Melo Venâncio Camila Santiago Martins Bernardini	

Fernando José Araújo da Silva
Leonardo Schramm Feitosa
Ana Vitória Gadelha Freitas
Ingrid Katelyn Costa Barroso
Gerson Breno Constantino de Sousa
André Luís Oliveira Cavaleiro de Macêdo
Enio Giuliano Girão
Raquel Jucá de Moraes Sales

DOI 10.22533/at.ed.13320231113

CAPÍTULO 14..... 151

CONTRIBUTO PARA ESTUDO DA ASPROCIVIL, DE NATUREZA SOCIOECONÓMICA, NO ÂMBITO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS: ANÁLISE AOS PLANOS SETORIAIS COM INCIDÊNCIA TERRITORIAL (PSIT)

João Rodrigues dos Santos
Ricardo Tojal Ribeiro
Alexandra Santos Domingos

DOI 10.22533/at.ed.13320231114

CAPÍTULO 15..... 168

ESTUDO SOCIOECONÓMICO DA ASPROCIVIL NO ÂMBITO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS EM PORTUGAL: ANÁLISE AOS PLANOS ESPECIAIS DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO (PEOT)

João Rodrigues dos Santos
Ricardo Tojal Ribeiro
Alexandra Santos Domingos

DOI 10.22533/at.ed.13320231115

CAPÍTULO 16..... 179

PLANEAMENTO NACIONAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS (PNPOT): CONTRIBUTO PARA ESTUDO DA ASPROCIVIL, DE NATUREZA SOCIOECONÓMICA, NO ÂMBITO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

João Rodrigues dos Santos
Ricardo Tojal Ribeiro
Alexandra Santos Domingos

DOI 10.22533/at.ed.13320231116

CAPÍTULO 17..... 190

MEDIDAS PROTETIVAS EM PROPRIEDADE INTELECTUAL DOS VINHOS PRODUZIDOS NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO/PORTUGAL

Fátima Regina Zan
Rosângela Oliveira Soares
Carmen Regina Dorneles Nogueira
Manuel Luís Tibério
Jonas Pedro Fabris
Suzana Leitão Russo

DOI 10.22533/at.ed.13320231117

CAPÍTULO 18.....	200
GERAÇÃO DE PLANTAS DE VALORES GENÉRICOS COM APLICAÇÃO DE REGRESSÃO GEOGRAFICAMENTE PONDERADA	
Carlos Augusto Zilli	
Luiz Fernando Palin Droubi	
Murilo Damian Ribeiro	
Norberto Hochheim	
DOI 10.22533/at.ed.13320231118	
CAPÍTULO 19.....	226
AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO SENSORIAL DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO	
Maria Fabrícia Beserra Gonçalves	
Ana Karine de Oliveira Soares	
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.13320231119	
CAPÍTULO 20.....	231
ESTRATÉGIA DE CONVERSÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR NATALENSE EM GATILHO DE CONSTRUÇÃO DAS CIDADES INTELIGENTES	
Allan David Silva da Costa	
Pollianna Torres dos Santos Medeiros da Silva	
Silvania de Souza Araújo	
Zulmara Virginia de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.13320231120	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	241
ÍNDICE REMISSIVO.....	242

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE BATATA E AMIDO DE MILHO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 19/10/2020

Francielle Cristine Pereira Gonçalves

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/5554547181776481>

Kristy Emanuel Silva Fontes

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/3191482294056161>

Mariza Cláudia Pinheiro de Assis

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/3427294252115931>

Bárbara Jéssica Pinto Costa

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/2011653107939973>

Dyana Alves de Oliveira

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/1596824210042761>

Diogo Silva de Aguiar Nobre

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte

Ricardo Alan da Silva Vieira

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/1002913847003255>

Juciane Vieira de Assis

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/6453039303697433>

Francisco Leonardo Gomes de Menezes

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró, Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/3229396868250843>

Manoel Quirino da Silva Júnior

Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA
Mossoró – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/0442576277649249>

Brenda Nathália Fernandes Oliveira

Universidade Federal Rural do Semi Árido –
UFERSA
Mossoró – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/2772853721186171>

RESUMO: A crescente preocupação com o uso dos polímeros sintéticos provenientes do petróleo tem impulsionado as pesquisas na busca de polímeros de fontes naturais, que possam ser recicláveis e com tempo de degradação menor para as mais diversas aplicações. Os biofilmes têm sido uma alternativa para o uso dos polímeros sintéticos nas embalagens

alimentícias. O objetivo deste trabalho é desenvolver e caracterizar mecanicamente filmes à base de fécula de batata (FB) e amido de milho (AM) com variações percentuais dos componentes, mantendo a massa seca total fixa em 3% e a adição do glicerol fixa em 20% da massa seca. O método casting foi utilizado para a fabricação dos filmes e a secagem ocorreu em estufa com recirculação de ar a 50°C por 5h. A norma ASTM D-882-91 foi utilizada para as informações referentes aos corpos de prova. Foi realizado ensaio de tração nas amostras e obteve-se valores de limite de resistência a tração (LRT), alongamento na ruptura (AI) e módulo de elasticidade (ME). O filme com maior LRT e ME foi o P8, o qual apresenta 66,66% de amido de milho e 33,33% de fécula de batata. O maior alongamento foi identificado no P1, o qual possui 100% de fécula de batata. A ANOVA verificou significância entre os valores obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Filme, amido, propriedades mecânicas.

MECHANICAL CHARACTERIZATION OF FILMS BASED ON POTATO AND CORN STARCH

ABSTRACT: The growing concern with the use of synthetic polymers from petroleum has driven research in the search for polymers from natural sources, which can be recyclable and with less degradation time for the most diverse applications. Biofilms have been an alternative for the use of synthetic polymers in food packaging. The objective of this work is to develop and mechanically characterize films based on potato starch (FB) and corn starch (AM) with percentage variations of the components, keeping the total dry mass fixed at 3% and the addition of glycerol fixed at 20% dry mass. The casting method was used to manufacture the films and drying took place in an oven with air recirculation at 50 ° C for 5 hours. The ASTM D-882-91 standard was used for information regarding the specimens. Tensile test was carried out on the samples and obtained values of tensile strength limit (LRT), elongation at break (AI) and modulus of elasticity (ME). The film with the highest LRT and ME was P8, which has 66.66% corn starch and 33.33% potato starch. The greatest elongation was identified in P1, which has 100% potato starch. ANOVA found significance between the values obtained.

KEYWORDS: Film, starch, mechanical properties.

1 | INTRODUÇÃO

Os polímeros sintéticos têm sido a solução mais prática e econômica no ramo das embalagens alimentícias, uma vez que exibem boas propriedades mecânicas e apresentam em grande disponibilidade, além de terem um baixo custo e mostrarem boa resistência à água e gordura. Para aplicação na indústria alimentícia, os polímeros sintéticos apresentam também como vantagens a capacidade de estiramento e a transparência. (NANDI, 2018) No entanto, mesmo com todas essas vantagens, o interesse por materiais que tenham um tempo menor de degradação é crescente. (OLEYAEI, 2016) Associado a este, tem-se também o interesse por materiais que possam ser recicláveis e não agridam o meio ambiente. Dessa forma, surge o interesse por embalagens produzidas de polímeros naturais. (VIÉGAS, 2016)

Henrique (2008) define o biofilme como filme de pequena espessura oriundo de materiais biodegradáveis que atuam como barreira a elementos externos, protegendo o alimento de danos físicos e biológicos, bem como aumentando sua vida útil. O filme pode ainda, fornecer nutrientes adicionais, os quais podem agir na melhoria das características sensoriais do alimento, bem como agente antimicrobiano. (HU, 2009)

Alguns fatores influenciam diretamente o desempenho de um biofilme: a composição, o processo de formação, a aplicação, concentração das macromoléculas, tipo de suporte, condições ambientais e condições de secagem. (VIÉGAS, 2016) As blendas poliméricas, ou seja, a junção de dois ou mais polímeros com adição de um solvente e um plastificante, são uma alternativa a fim de otimizar as propriedades do biofilme, bem como compensar as propriedades baixas de um material com as características do outro. (ALMEIDA, 2013)

O amido é considerado o polímero natural mais promissor, em função de se apresentar em grande disponibilidade na natureza, é biodegradável e tem baixo custo. (DAI, 2015) É a fonte principal de armazenamento de carboidratos em plantas (BERGEL, 2018). O amido de milho tem predominado na fabricação de embalagens biodegradáveis. (LUCHESE, 2017) Porém, o amido apresenta a desvantagem de ser um material com baixas propriedades mecânicas, além de ter um caráter bastante hidrofílico. (ALMASI, 2011)

O amido pode ser processado tendo sua estrutura granular quebrada através de meios mecânicos e energia na presença de água e plastificante. (REN, 2017) É composto de amilose e amilopectina. A amilopectina apresenta como características alta ramificação e alto peso molecular e a amilose possui principalmente moléculas lineares e médio peso molecular. O alto teor de amilose implica em excelente desempenho mecânico. Cada tipo de amido tem sua concentração específica de amilose. A amilose tem propriedades gelificantes mais fortes que a amilopectina, já que suas moléculas lineares formam ligações de hidrogênio. (WANG, 2017)

O fósforo presente na amilopectina da fécula de batata tem carga negativa e repulsiva, o que pode causar o inchaço dos grânulos da fécula de batata na presença de água quente, além de alta viscosidade e transparência. (NAFCHI, 2014) As proteínas da batata, quando comparadas com proteínas de outros vegetais, além de apresentarem alto valor nutricional, exibem também boas propriedades gelificantes. (REINELT, 2018)

Os filmes a base de amido necessitam da adição de plastificantes a fim de melhorar suas propriedades físico-químicas e mecânicas, já que este tipo de filme possui caráter hidrofílico e propriedades mecânicas pobres em relação aos filmes de polímeros sintéticos. (DAI, 2015) O glicerol é o plastificante mais utilizado, uma vez que ganha acesso com facilidade entre as ligações de hidrogênio das cadeias polissacarídeas, aumentando o espaçamento intermolecular, o que faz com que cresça o valor da elasticidade do filme. (LI, 2015)

O método casting é a prática laboral mais utilizada para a fabricação de filmes biodegradáveis. Essa técnica se baseia no espalhamento da solução em uma placa de

vidro. A secagem pode ocorrer de forma natural ou pode ser acelerada por aquecimento em estufa. (VIÉGAS, 2016)

Na avaliação de propriedades como uniformidade do filme, reptibilidade das medidas de suas propriedades e validade da comparação entre filmes é relevante a análise da espessura dos filmes. O controle dessa propriedade não é fácil. Com o conhecimento da espessura do material é possível obter informações a respeito das propriedades de barreira aos gases e ao vapor d'água, bem como propriedades mecânicas. (HENRIQUE, 2008)

O objetivo deste trabalho é desenvolver e caracterizar mecanicamente filmes a base de fécula de batata e amido de milho variando suas concentrações, porém mantendo fixa a massa seca total em 3%. O plastificante é o glicerol. Os ensaios de tração disponibilizam análise de limite de resistência a tração, alongamento na ruptura e módulo de elasticidade.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A fécula de batata utilizada para a fabricação dos biofilmes foi fornecida pela empresa Kouzina Alimentos Saudáveis (Brasil), o amido de milho foi oriundo da fabricante 3 Corações Alimentos SA e o glicerol bidestilado P.A., da empresa Dinâmica- Química Contemporânea Ltda.

Foram realizados 10 experimentos diversificando a concentração da fécula de batata e do amido de milho, mantendo-se constante a concentração de glicerol como 20% da massa seca. Então, as variáveis independentes são a fécula de batata (FB) e o amido de milho (AM). As análises realizadas nos filmes foram propriedades mecânicas, onde foram avaliadas as variáveis dependentes: limite de resistência a tração (LRT), alongamento na ruptura (Al) e módulo de elasticidade (ME). A Tabela 1 mostra as variações de concentrações das variáveis independentes para a fabricação dos filmes.

Variação dos componentes			
	FB (%)	AM (%)	Glicerol
1	100	0	20%M.S
2	0	100	20%M.S
3	50	50	20%M.S
4	50	50	20%M.S
5	50	50	20%M.S
6	50	50	20%M.S
7	66,66	33,33	20%M.S
8	33,33	66,66	20%M.S
9	16,66	83,33	20%M.S
10	83,33	16,66	20%M.S

Tabela 1 - Composição dos filmes

Fonte: Autoria própria, 2019.

O método utilizado para a fabricação dos filmes foi o método *casting*, utilizando 3% de massa seca e 20% de plastificante. Os componentes foram pesados em uma balança analítica de precisão digital (AY220 da Marte) com resolução de 0,0001g no Laboratório de Processos Químicos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Foram feitas as misturas puras de fécula de batata, glicerol e água destilada e amido de milho, glicerol e água destilada, correspondentes aos pontos 1 e 2 da Tabela 1, respectivamente. O laboratório apresenta temperatura média de 25°C e umidade relativa de aproximadamente 50%.

As misturas puras de fécula de batata e de amido de milho foram colocadas sob agitação constante em um agitador magnético com aquecimento (Ref. 752^a da Fisatom), ambas por 40 minutos a 90°C.

As soluções foram colocadas em bandejas e acrílico 15 cm x 15 cm e foram submetidas à desidratação forçada em estufa com recirculação de ar (TE-394/1 da TECNAL) do Laboratório de Análises Químicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido com temperatura de 50°C por 5h.

Após a secagem, obteve-se dos filmes corpos de prova com dimensões 100mm x 20mm, baseado na norma ASTM D 882-91.

Os corpos de prova foram então, submetidos a ensaio de tração na máquina de ensaios universal (DL 10000 da EMIC) do Laboratório de Ensaios Mecânicos da Universidade Federal do Semi-Árido, com uma célula de carga de 5KN e velocidade de ensaio de 5 mm/min. Foram gerados gráficos tensão-deformação para posterior avaliação dos valores correspondentes ao limite de resistência a tração (LRT), alongamento na ruptura (AL) e módulo de elasticidade (ME).

Obtidos os dados na análise mecânica dos filmes, os valores foram submetidos a um teste de variância ANOVA, bem como teste F objetivando a verificação dos modelos em relação à significância com $p < 0,05$. O software utilizado foi o Excel[®].

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As propriedades mecânicas de filmes de amido são normalmente obtidas através de ensaios de perfuração, tração ou relaxação. O ensaio de tração é o mais relatado, sendo capaz de oferecer dados da resistência do material ao alongamento e ao rompimento quando submetido ao esforço de tração. (MALI, 2010) A metodologia para análise das propriedades mecânicas dos filmes com espessura inferior a 1mm foi baseada na norma ASTM D-882-91. (OLIVEIRA et al, 1996)

A formulação e o processo de obtenção do filme são fatores que influenciam diretamente nas propriedades mecânicas. (MALI, 2010) Logo, as formulações apresentadas na Tabela 1 estão diretamente ligados aos valores das propriedades mecânicas mais comumente apresentadas (LRT, AL, ME) em literatura. A Tabela 2 exibe as médias de cada

mistura (P1 – P10) para limite de resistência a tração, alongamento na ruptura e módulo de elasticidade.

	LRT (MPa)	AI (%)	ME (MPa)
P1	6,06241 ± 2,322	9,1533 ± 0,075	119,4388 ± 104,378
P2	7,086437 ± 2,22	3,0094 ± 0,003	302,8144 ± 25,894
P3	8,027961 ± 9,07	5,3862 ± 0,029	290,058 ± 236,481
P4	4,506206 ± 2,807	4,5837 ± 0,064	274,7812 ± 263,408
P5	4,692655 ± 4,129	3,0953 ± 0,045	271,085 ± 197,542
P6	11,03688 ± 6,653	4,2333 ± 0,033	328,4423 ± 222,739
P7	13,61697 ± 7,014	4,5748 ± 0,016	346,3823 ± 185,175
P8	15,09862 ± 12,561	3,6554 ± 0,022	403,036 ± 183,083
P9	8,446204 ± 5,929	4,3356 ± 0,014	372,7029 ± 185,255
P10	3,68615 ± 1,867	6,221 ± 0,067	163,5683 ± 190,636

Tabela 2 - Médias das propriedades mecânicas

Fonte: Autoria própria, 2019.

Conforme Henrique (2008), o que determina o comportamento do amido são as mudanças que ocorrem nos grânulos durante a gelatinização e a retrogradação. Já Viégas (2016), afirma que a capacidade geleificante é influenciada pela quantidade de amilose e amilopectina e Bobio e Bobio (2003) apresenta o amido de milho com 25% de amilose e a fécula de batata com 18%. Não é uma diferença tão grande, porém justifica as relações dos LRT dos pontos P9 com P10, P8 com P7 e P2 com P1, onde os primeiros são misturas em que o amido de milho tem maior concentração em relação à fécula de batata, quando comparados com os segundos.

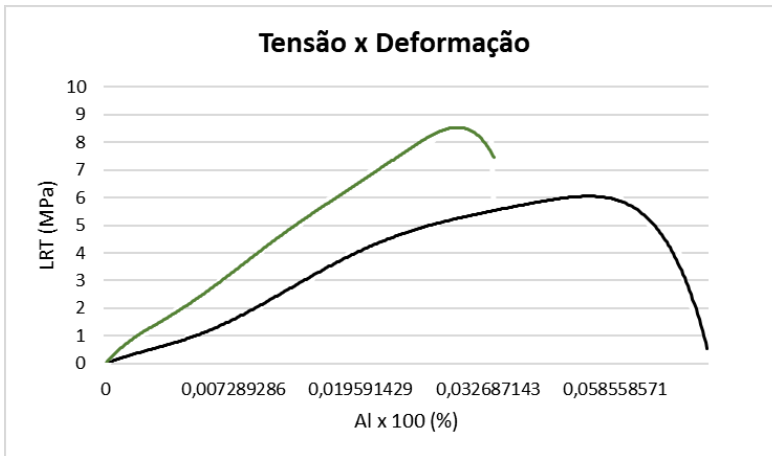
A duração da tensão aplicada no filme em forma de embalagem, a temperatura a que está submetido e a carga aplicada são fatores que influenciam no desempenho do material e podem ser avaliados pelas propriedades mecânicas apresentadas na Tabela 2. Dependendo desses valores os materiais podem falhar em uso. (HERNIOU-JULIEN, 2019) Em relação a carga que vai ser aplicada pôde-se perceber uma maior resistência dos filmes com maiores concentrações de amido de milho. O maior LRT foi registrado no ponto 8 (66,66% de AM e 33,33% de FB). Mali (2006) exhibe em seu trabalho valores de LRT e ME condizentes com os apresentados na Tabela 2 para filmes de amido de milho com adição de 20% de glicerol. Esses resultados são justificados em função das cadeias lineares de amilose apresentarem alta tendência de interação através de ligações de hidrogênio e, conseqüentemente, os filmes de amido de milho (com maior teor de amilose) são mais rígidos e fortes.

Em relação a baixa porcentagem de alongamento dos filmes de amido de milho em relação aos de fécula de batata, Ortega-Toro (2014) apresenta valores semelhantes e justifica tal fato pela interação entre o glicerol e o amido. A adição do glicerol acarreta a diminuição dos valores de alongamento. O fato de os filmes com maior concentração de fécula de batata em relação ao amido de milho apresentam maior alongamento no ruptura podem ser identificados na comparação de P1 com P2, de P7 com P8 e de P10 com P9. Reinelt (2018) mostra em seu trabalho que corpos de prova de fécula de batata com adição de 20% de glicerol tem alongamento de 10,5%, valor bem próximo do apresentado na Tabela 2 deste trabalho.

Torabi (2013) afirma que a relação entre o alongamento na ruptura e o limite de resistência a tração é inversamente proporcional e a relação entre o módulo de elasticidade e o limite de resistência a tração é direta. Define também o módulo de elasticidade como a medida da rigidez do material. A Tabela 2 apresenta valores condizentes as relações apresentadas por Torabi (2013), perceptível no ponto 8, o qual exibe maior limite de resistência a tração e maior módulo de elasticidade e nos pontos 1 e 2 (misturas puras de fécula de batata e amido de milho, respectivamente), onde os alongamentos e os módulos de resistência a tração se apresentam de forma inversa.

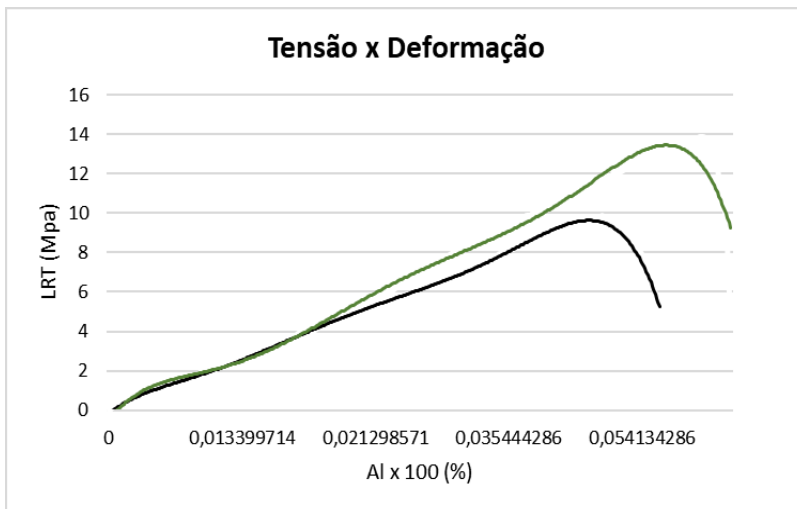
Nandi (2018) e Torabi (2013) apresentam a queda do limite de resistência a tração e do módulo de elasticidade em função do aumento do plastificante. Nandi (2018) mostra em forma de superfície de resposta valores próximos aos apresentados na Tabela 2 deste trabalho para o limite de resistência a tração de filmes de fécula de batata com adição de 20% de glicerol (cerca de 6MPa). Nafchi (2014) exibe para filmes de fécula de batata valores de limite de resistência a tração e módulo de elasticidade próximos dos apresentados na Tabela 2 deste trabalho. Talja (2007) analisou em seu trabalho a influência da variação da concentração e do tipo do plastificante, bem como da umidade relativa do ambiente para filmes de fécula de batata. Para filmes com adição de 20% de glicerol e ambiente com umidade relativa de 54% (condições próximas das deste trabalho) foi exibido um alongamento entre 8 e 9%, condizente com a Tabela 2.

O Gráfico 1 apresenta as curvas tensão-deformação dos pontos 1 e 2. O Gráfico 2, as curvas dos pontos 7 e 8. E o Gráfico 3, as curvas dos pontos 9 e 10.



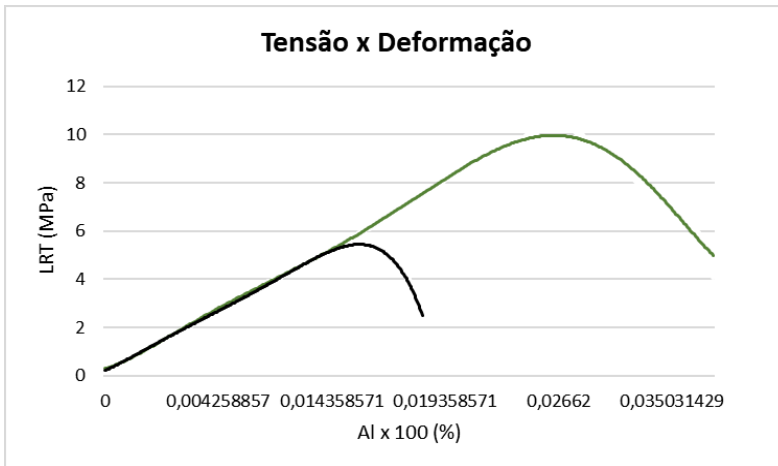
O Gráfico 1- curvas tensão-deformação dos pontos P1 e P2.

Fonte: Autoria Própria, 2019.



O Gráfico 2- Curvas tensão-deformação dos pontos P7 e P8.

Fonte: Autoria Própria, 2019.



O Gráfico 2- Curvas tensão-deformação dos pontos P9 e P10.

Fonte: Aatoria Própria, 2019.

Foi realizada uma análise estatística ANOVA ($p < 0,05$) para os resultados encontrados e foi possível verificar o valor de p inferior em todos os casos, bem como o valor de $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$, o que representa uma conclusão de que os valores obtidos foram estatisticamente significativos.

4 | CONCLUSÕES

Após desenvolvimento de filmes à base de fécula de batata e amido de milho com variação de concentrações das variáveis independentes, conforme a Tabela 1, considerando a adição do plastificante fixa em 20%, foram realizadas análises de propriedades mecânicas como LRT, AL e ME através de ensaios de tração. Posteriormente, foi feita análise estatística ANOVA. O ponto que apresentou melhor limite de resistência a tração foi o P8 (15,09 MPa), em que tem-se 66,66% de amido de milho e 33,33% de fécula de batata. Como o LRT e o ME são propriedades com relação direta o P8 também apresentou o melhor módulo de elasticidade (403,03 MPa). Já o ponto que apresentou maior resultado para o alongamento na ruptura foi o P1, em que tem-se 100% de fécula de batata, justificado pelo fato do plastificante ter mais acesso as cadeias do amido e diminuir o alongamento deste.

Com os resultados obtidos, a análise estatística comprovou haver significância entre os valores.

REFERÊNCIAS

- ALMASI, H. et al. Improving the barrier and mechanical properties of corn starch-based edible films: Effect of citric acid and carboxymethyl cellulose. **Industrial Crops and Products**. v. 33, p. 229-235, 2011.
- ALMEIDA, D. M. et al. Propriedades físicas, químicas e de barreira em filme formado por blenda de celulose bacteriana e fécula de batata. **Polímeros**. V. 23, n. 4, p. 538-546, 2013.
- BERGEL, B. F. et al. Effects of hydrophobized starches on thermoplastic starch foams made from potato starch. **Carbohydrate Polymers**. v. 200, p. 106-114, 2018.
- DAI, L. et al. Characterization of corn starch-based films reinforced with taro starch nanoparticles. **Food Chemistry**. v. 174, p. 82-88, 2015.
- HENRIQUE, C. M. et al. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 38, n. 1, p. 231-240, 2008.
- HERNIOU-JULIEN, C. et al. Characterization of biodegradable/non-compostable films made from cellulose acetate/corn starch blends processed under reactive extrusion. **Food Hydrocolloids**. v. 89, p. 67-79, 2019.
- HU, G. et al. Preparation and characteristics of oxidized potato starch films. **Carbohydrate Polymers**. v. 76, p. 291-298, 2009.
- LI, j. et al. effects of octenylsuccination on physical, mechanical and moisture-proof properties of stretchable sweet potato film. **Food Hydrocolloids**. v. 46, p. 226-232, 2015.
- LUCHESE, C. L. et al. Starch content affects physicochemical properties of corn and cassava starch-based films. **Industrial Crops & Products**. v. 109, p. 619-626, 2017.
- MALI, S. et al. Effects of controlled storage on thermal, mechanical and barrier properties of plasticized films from different starch sources. **Journal of Food Engineering**. v. 75, p.453-460, 2006.
- MALI, S. et al. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências agrárias**. v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.
- NAFCHI, A. M. et al. Preparation and characterization of bionanocomposite films based on potato starch/halloysite nanoclay. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 67, p. 458-462, 2014.
- NANDI, S. et al. Modelling the effect of guar gum on physical, optical, barrier and mechanical properties of potato starch based composite film. **Carbohydrate Polymers**. v. 200, p. 498-507, 2018.
- OLEYAEI, S. A. et al. Synergistic reinforcing effect of TiO₂ and montmorillonite on potato starch nanocomposite films: thermal, mechanical and barrier properties. **Carbohydrate Polymers**. v. 152, p. 253-262, 2016.
- ORTEGA-TORO, R. et al. Effect of the incorporation of surfactants on the physical properties of corn starch films. **Food Hydrocolloids**. v. 38, p. 66-75, 2014.

REINELT, M. et al. Mechanical and barrier properties of potato protein isolate-based films. **Coatings**. v. 8, n. 58, 2018.

REN, L. et al. Influence of chitosan concentration on mechanical and barrier properties of corn starch/chitosan films. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 105, p. 1636-1643, 2017.

TALJA, R. A. et al. Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. **Carbohydrate Polymers**. v. 67, p. 288-295, 2007.

TORABI, Z. et al. The effect of SiO₂ nanoparticles on mechanical and physicochemical properties of potato starch films. **Journal of Chemical Health Risks**. v. 3, n. 1, p. 33-42, 2013.

VIÉGAS, L. P. **Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido com quitosana para aplicação em embalagens de alimentos**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2016.

WANG, K. et al. Mechanical properties and solubility in water of corn starch-collagen composite films: effect of starch type and concentrations. **Food Chemistry**. v. 216, p. 209-216, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acuidade Sensorial 226, 228, 229

Alumínio 3, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 228

Análise Sensorial 226, 227, 228, 229, 230

Aplicações 9, 11, 12, 13, 20, 21, 23, 29, 31, 34, 56, 65, 66, 68, 72, 74, 111

Arquitetura 69, 127, 134, 135

Asprocivil 151, 168, 169, 179

B

Biomateriais 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

C

Carga 16, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 36, 38, 39, 48, 54, 56, 57, 59, 62, 78, 79, 83

Compostagem 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149

Condutividade Elétrica 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 16, 18, 19, 20

Contrafações 190, 193, 197, 198

D

Desenvolvimento Local 113, 114, 115, 124, 126

Dispersão Dielétrica 82

Drones 75, 76, 80, 81

E

Econometria Espacial 200

Economia Imobiliária 200

Embarcados 75, 77, 78, 79, 80

Espaço 3, 32, 76, 81, 112, 113, 127, 134, 135, 136, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 157, 188, 197, 202, 205, 228

F

Fios Ortodônticos 24, 25, 31, 32, 33, 54, 56, 57, 63

G

GWR 200, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224

I

Incêndio 115, 151, 157, 161, 162, 163, 168, 170, 173, 176, 179, 180, 183, 184, 185, 186

Inovação 75, 76, 80, 81, 199

L

Laboratórios 139, 141, 143, 145, 147, 148

Liga 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 54, 56, 58, 64

M

Macroestrutura 11, 19

Meio Ambiente 35, 46, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 123, 124, 125, 126, 140, 149

Memória de Forma 23, 25, 32, 33, 54, 55, 56, 64

P

PEOT 168, 169, 170, 171, 172, 176

Permissividade Elétrica 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 94

Planta 160, 161, 162, 173, 175, 200, 203, 221, 222, 223, 225

Pneus 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

Prevenção 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 172, 174, 175, 176, 179, 180, 181, 183, 185, 187, 189

Propriedade Intelectual 190, 193, 198, 199

PVG 200, 201, 203, 209, 220, 221, 222, 223, 224

R

Regressão 200, 202, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 224, 225

Resíduos 114, 115, 117, 118, 125, 126, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 202, 212, 214

Resistividade 1, 3, 4, 5, 11, 14, 16, 17, 18, 20

Riscos 127, 128, 129, 134, 135, 136, 137, 141, 151, 152, 153, 157, 158, 164, 165, 166, 169, 170, 172, 176, 179, 180, 187

RPAS 75, 76, 77, 80

Rugosidade 67

S

Saúde 45, 65, 66, 114, 117, 120, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 137, 138, 140, 149, 152, 154, 155, 157, 158

Seleção de Assessores 226

Solidificação 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 21, 22

Superelasticidade 23, 24, 25, 32, 33, 55, 56

Sustentabilidade 78, 113, 115, 124, 126, 139, 164, 189

T

Tecnologia 1, 9, 10, 11, 21, 43, 65, 73, 75, 76, 78, 80, 81, 125, 127, 241

Trabalho 1, 2, 11, 12, 14, 15, 18, 24, 25, 32, 35, 37, 39, 40, 45, 47, 54, 56, 65, 76, 82, 83, 97, 113, 115, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 141, 147, 148, 151, 168, 179, 186, 188, 193, 202, 207, 208, 211, 213, 217, 218, 222, 223, 224, 226, 228

Tração 15, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 46, 47, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 58, 63

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 