



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3

 **Atena**
Editora
Ano 2020



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
RENNAN OTAVIO KANASHIRO
(ORGANIZADORES)

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

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 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, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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 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. 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
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. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

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

A526 Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Rennan Otavio Kanashiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-389-7

DOI 10.22533/at.ed.897201709

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Kanashiro, Rennan Otavio.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Como definir a engenharia? Por uma ótica puramente etimológica, ela é derivada do latim *ingenium*, cujo significado é “inteligência” e *ingeniare*, que significa “inventar, conceber”.

A inteligência de conceber define o engenheiro. Fácil perceber que aqueles cujo ofício está associado a inteligência de conceber, dependem umbilicalmente da tecnologia e a multidisciplinaridade.

Nela reunimos várias contribuições de trabalhos em áreas variadas da engenharia e tecnologia. Ligados sobretudo a indústria petroquímica com potencial de impacto nas engenharias. Aos autores dos diversos trabalhos que compõe esta obra, expressamos o nosso agradecimento pela submissão de suas pesquisas junto a Atena Editora. Aos leitores, desejamos que esta obra possa colaborar no constante aprendizado que a profissão nos impõe.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
Rennan Otavio Kanashiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PROPOSAL OF A CONCEPT FOR MODELING SMALL WIND TURBINES

Heitor Andrade Porto
Arthur José Vieira Porto
Carlos Alberto Fortulan

DOI 10.22533/at.ed.8972017091

CAPÍTULO 2..... 14

PROPOSTA DE ALGORITMO PARA REGRAS DE CIRCULAÇÃO DE TRENS EM FERROVIA SINGELA COM PONTOS DE CRUZAMENTO EM MODELO DE SIMULAÇÃO BASEADA EM EVENTOS DISCRETOS OU AGENTES

Rafael Buback Teixeira
Luiz Henrique Lima Faria
Afonso Celso Medina
Augusto Cesar Pereira
Frederico Augusto Coelho Vieira da Costa
Luiz Antonio Silveira Lopes
Ivan Ronei Herzog Mação Campos
Lucas Corteletti Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.8972017092

CAPÍTULO 3..... 31

OTIMIZAÇÃO NÃO LINEAR E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: FERRAMENTAS NA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

Simone Aparecida Rocha
Thiago Gomes de Mattos
Rodrigo Tomás Nogueira Cardoso
Eduardo Gonzaga da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.8972017093

CAPÍTULO 4..... 47

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE APROVEITAMENTO COM GERAÇÃO HÍBRIDA HIDRÁULICO-FOTOVOLTAICO

Marianna Aranda Lima

DOI 10.22533/at.ed.8972017094

CAPÍTULO 5..... 59

DIAMOND INTEGRATED COATING BY ELECTROPLATING PROCESS - AN OVERVIEW

Regina Bertília Dantas de Medeiros
Janary Martins Figueiredo Filho
Meysam Mashhadikarimi
Uilame Umbelino Gomes

DOI 10.22533/at.ed.8972017095

CAPÍTULO 6..... 70

TECNOLOGIA ASSISTIVA: PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA ESTÍMULO SENSORIAL

INTENSIVO

Mauro Fonseca Rodrigues
Diane Johann
Leonardo Rafael Willers
Gracieli Cristina Scherer
Kelly Gabriela Poersch

DOI 10.22533/at.ed.8972017096

CAPÍTULO 7..... 83

OBTENÇÃO DE NANOFERRITA DE MANGANÊS PELO MÉTODO DE COMBUSTÃO EM SOLUÇÃO (SCS) PARA APLICAÇÃO EM BIONANOCOMPOSITO

Ana Clara Ferreira de Sousa
Débora Albuquerque Vieira
Mireli Tomazi Fidelis
Anderson Souza Silva
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa

DOI 10.22533/at.ed.8972017097

CAPÍTULO 8..... 94

TRATAMENTO DE METAIS PESADOS PRESENTES EM RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS POR ESTABILIZAÇÃO E SOLIDIFICAÇÃO EM MATRIZ DE CIMENTO

Eder Saulo de Freitas Galindo
André Luiz Fiquene de Brito

DOI 10.22533/at.ed.8972017098

CAPÍTULO 9..... 109

ESTUDO DA COMPACTAÇÃO E SINTERIZAÇÃO DE PÓS CERÂMICOS DE ZnO (ÓXIDO DE ZINCO) OBTIDOS POR REAÇÃO DE COMBUSTÃO COM POTENCIAL PIEZOELÉTRICO

Verônica Barbosa da Silva
Débora Albuquerque Vieira
José Bruno Silva Gomes
Sara Paulina Noronha Lima
Herbert Fonseca da Silva
Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa

DOI 10.22533/at.ed.8972017099

CAPÍTULO 10..... 122

INFLUÊNCIA DO USO DE AGENTE MODIFICADOR DE IMPACTO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO COPOLÍMERO RANDÔMICO DE POLIPROPILENO

Jesus Rogério Damé Pereira
Carmen Iara Walter Calcagno
Ruth Marlene Campomanes Santana

DOI 10.22533/at.ed.89720170910

CAPÍTULO 11..... 134

INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE SORBITOL E PROPILENOGLICOL NAS

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FILMES DE QUITOSANA

Letícia Pereira Almeida

Francisco Fábio Oliveira de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.89720170911

CAPÍTULO 12..... 140

O QUE FAZER COM OS REEE DO CESC E CESC?

Fernando Wesley Pinheiro Brito

Railane dos Santos de Sousa

Ana Sávia Constâncio da Silva

Maria de Fátima Salgado

DOI 10.22533/at.ed.89720170912

CAPÍTULO 13..... 152

LEVANTAMENTO SOCIOAMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES AO COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SANTA TEREZA E SANTO ANTÔNIO

Walberisa Magalhães Gregório

Maria Cristina Bueno Coelho

Mauro Luiz Erpen

Maurilio Antônio Varavallo

Juliana Barilli

Asafe Santa Bárbara Gomes

Marcos Vinicius Giongo Alves

Marcos Vinícius Cardoso Silva

Yandro Santa Brigida Ataíde

DOI 10.22533/at.ed.89720170913

CAPÍTULO 14..... 160

REGRESSÃO MÚLTIPLA COMO INSTRUMENTO DE EXPLICAÇÃO DO ÍNDICE DE VIOLÊNCIA NO BRASIL EM 2014

Afonso Fonseca Fernandes

Américo Matsuo Minori

Heber José de Moura

DOI 10.22533/at.ed.89720170914

SOBRE OS ORGANIZADORES 173

ÍNDICE REMISSIVO..... 174

INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE SORBITOL E PROPILENOGLICOL NAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FILMES DE QUITOSANA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 11/08/2020

Letícia Pereira Almeida

Universidade do Estado do Amapá,
Departamento de Engenharia Química
Macapá – Amapá

<http://lattes.cnpq.br/7211415053407035>

Francisco Fábio Oliveira de Sousa

Universidade Federal do Amapá, Departamento
de Ciências Biológicas e da Saúde
Macapá – Amapá

<http://lattes.cnpq.br/3737865995129925>

RESUMO: A quitosana é um polímero natural, biodegradável e biocompatível, que possui características antimicrobiana, hemostática e cicatrizante. Recentemente, despertado grande interesse na sua aplicação como biomaterial. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi produzir e caracterizar filmes de quitosana contendo diferentes agentes plastificantes. Os ensaios de caracterização incluíram a avaliação morfológica, determinação do ângulo de contato e sorção e solubilidade. O filme de sorbitol apresentou maior capacidade absorptiva (132,48%). Não foram observadas alterações na solubilidade dos filmes devido à presença de qualquer um dos plastificantes testados. A análise por Microscopia Eletrônica de Varredura mostrou que a morfologia dos filmes não foi afetada de modo significativo pela presença dos agentes plastificantes.

PALAVRAS-CHAVE: Quitosana; filmes; biomateriais; plastificantes; membranas.

INFLUENCE OF THE INCORPORATION OF SORBITOL AND PROPYLENOGLICOL ON THE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF CHITOSAN FILMS

ABSTRACT: Chitosan is a natural polymer, biodegradable and biocompatible, that presents antimicrobial, hemostatic and healing properties. Recently, it has gained great interest in its application as biomaterial. In this context, the objective of this work was to produce and characterize chitosan films containing various plasticizers. The characterization included sorption and solubility, contact angle and macroscopic evaluation. The sorbitol films presented a higher absorptive capacity (132,48%). No changes in the solubility of the films were observed due to the presence of any of the tested plasticizers. The electronic microscopic appreciation showed that the morphology of the films was not affected by the plasticizers.

KEYWORDS: Chitosan, films, biomaterial, plasticizer, membrane.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a produção de filmes poliméricos tem despertado um contínuo interesse por parte da indústria de biomateriais, em virtude da sua vasta aplicabilidade biomédica, tais como na terapia periodontal, liberação controlada de fármacos, regeneração

de tecidos, entre outros (MAZZARINO; BORSALI; LEMOS-SENNA, 2014; BARBOSA et al., 2016).

Dentre os polímeros naturais mais utilizados, destaca-se a quitosana, um polissacarídeo obtido através da desacetilação da quitina, composto mais abundante na natureza depois da celulose, e que pode ser encontrado em fungos ou no exoesqueleto de artrópodes como camarão e caranguejo (RINAUDO, 2006; ZIANI et al., 2008). A quitosana apresenta propriedades únicas, dentre as quais podemos citar a sua biodegradabilidade, biocompatibilidade, atreladas ainda a atividade antimicrobiana e hemostática (CROISIER; JÉRÔME, 2013; BARIKANI et al., 2014).

Este biopolímero possui boa capacidade para formação filmogênica, no entanto, os filmes apresentam baixa molhabilidade e propriedades mecânicas deficientes (ZIANI et al., 2008; VAN DEN BROEK et al., 2015). A adição de agentes plastificantes é uma das estratégias utilizadas para melhorar as características físico-químicas dos filmes, pois atuam reduzindo as forças intermoleculares, o que conseqüentemente aumenta a mobilidade das cadeias poliméricas (GONTARD; GUILBERT; CUQ, 1993; PRATEEPCHANACHAI et al., 2017). Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi produzir e caracterizar filmes de quitosana contendo diferentes agentes plastificantes, sorbitol (SB) ou propilenoglicol (PG).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Produção dos filmes de quitosana

Foram preparadas soluções de quitosana na concentração de 2% (p/v), a partir da dispersão do material em solução aquosa de ácido acético a 3% (v/v). Após a dissolução, adicionou-se o agente plastificante (sorbitol ou propilenoglicol) na concentração de 25% m/m em relação à massa de quitosana. A solução foi mantida sob agitação à temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) por 1 hora. Posteriormente, as misturas obtidas foram transferidas em placas de Petri em temperatura ambiente para secagem. Filmes de quitosana sem plastificante também foram preparados de modo análogo ao procedimento descrito acima para ser utilizados como controle.

2.2 Caracterização dos filmes de quitosana

Ângulo de Contato. A medida de ângulo de contato foi realizada de acordo com a metodologia utilizada por Sousa et al. (2010). Uma gota de 25 μL de água destilada foi depositada na superfície dos filmes a 25°C , sendo registradas as imagens com uma câmera fotográfica (Samsung® modelo WB250F).

Sorção e Solubilidade. Para determinar a capacidade absorviva e a solubilidade dos filmes, 5 amostras com 1 cm de diâmetro de cada um dos filmes produzidos foram secas em estufa a 40°C durante 48 h. Depois de pesadas, as amostras foram distribuídas em frascos contendo 15 ml de água destilada e mantidas nestas condições durante 4 dias.

Após este período, as mesmas foram recolhidas, sendo retirado o excesso de água com papel absorvente, sendo então novamente pesadas para determinar a capacidade de absorção de água de individual de cada amostra de filme, conforme a Equação 1.

$$\text{Absorção (\%)} = [(m_2 - m_1) / m_1] * 100 \quad (1)$$

As amostras foram colocadas novamente em estufa a 70°C até atingir peso constante. Em seguida, foram novamente pesadas (m_3) a fim de se determinar a quantidade de material que ficou na solução e calcular a solubilidade através da Equação 2:

$$\text{Solubilidade (\%)} = [(m_1 - m_3) / m_1] * 100 \quad (2)$$

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A microestrutura dos filmes foi apreciada através de um microscópio eletrônico de varredura ambiental (TM3030Plus, Hitachi®). As imagens foram registradas no modo de espalhamento elétrico 15 kV e registradas em diferentes aumentos longitudinal e transversalmente para se apreciar a característica superficial e interna dos filmes obtidos.

Análise Estatística. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey para efeito de comparação entre os pares, admitindo-se um nível de significância de, no mínimo, 5%. O grupo controle utilizado para todas as análises foram os filmes de quitosana. Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão. As análises foram realizadas através do software BioEstat®

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sorção e Solubilidade

A partir da análise dos resultados, pode-se perceber que os filmes em geral apresentam grande capacidade de absorção de água, aumentada ainda pela adição dos agentes plastificantes. O valor obtido no teste de sorção para o FCHI encontra-se dentro do que já fora descrito em diversas literaturas: Assis e Silva (ASSIS; VALMIR L. DA, 2003) relataram valores próximos a 90%. Os filmes com a composição FCHISB foram os únicos a apresentar maior absorção ($p < 0,05$) em relação à formulação de quitosana. O maior número de hidroxilas deste agente pode resultar na maior capacidade de absorção de água em contato prolongado, supondo-se que, uma vez que a água penetre em sua estrutura, suas ramificações atuam de modo a manter maior quantidade de moléculas aprisionadas na matriz polimérica.

Formulação	Quitosana: Plastificante (m/m %)	Ângulo de Contato (°)	Absorção (%)	Solubilidade (%)
FCHI	100:0	75,4 ± 2,3 ^a	111,10 ± 2,9 ^a	5,38 ± 2,42 ^a
FCHISB	75:25	70,71 ± 2,34 ^a	132,48 ± 11,41 ^b	6,21 ± 2,81 ^a
FCHIPG	75:25	80,0 ± 2,35 ^a	117,56 ± 11,04 ^a	5,65 ± 2,86 ^a

Tabela 1 – Valores de ângulo de contato, absorção e solubilidade dos filmes obtidos.

Mesma letra na mesma coluna indica que não há diferença significativa entre os valores médios (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Todos os filmes apresentaram baixa solubilidade em água, não sendo observadas diferenças significativas entre as formulações estudadas, portanto a adição dos agentes plastificante aos filmes de quitosana não alterou esta propriedade.

3.2 Ângulo de Contato

Na Tabela 1 são apresentados os valores referentes ao ângulo de contato obtido para os filmes avaliados e a Figura 1 ilustra uma das imagens capturadas durante a realização da análise. O ângulo de contato obtido no filme de quitosana foi $75,4 \pm 2,3^\circ$, indicando que sua superfície possui hidrofiliabilidade moderada. Não foram observadas diferenças significativas para os filmes FCHISB e FCHIPG quando comparados a formulação contendo apenas quitosana FCHI.

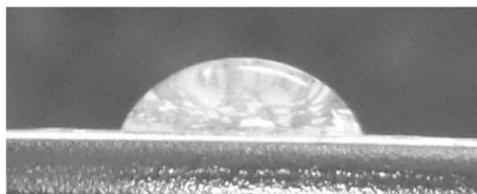


Figura 1 – Imagens capturadas durante a determinação do ângulo de contato dos filmes obtidos.

3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Todas as composições apresentaram superfícies densas, lisas e com ausência de macroporos. Neste sentido, a incorporação dos agentes plastificantes não alterou a característica superficial dos filmes. Este aspecto confirma o resultado obtido na velocidade de captação de água (Figura 2), no qual não foram observadas diferenças entre as diferentes composições. A secção transversal dos filmes obtidos apresenta morfologias semelhantes para todas as composições, evidenciando a presença de alguns microporos, intercalados com regiões heterogêneas, reforçando a ideia de deposição do agente plastificante.

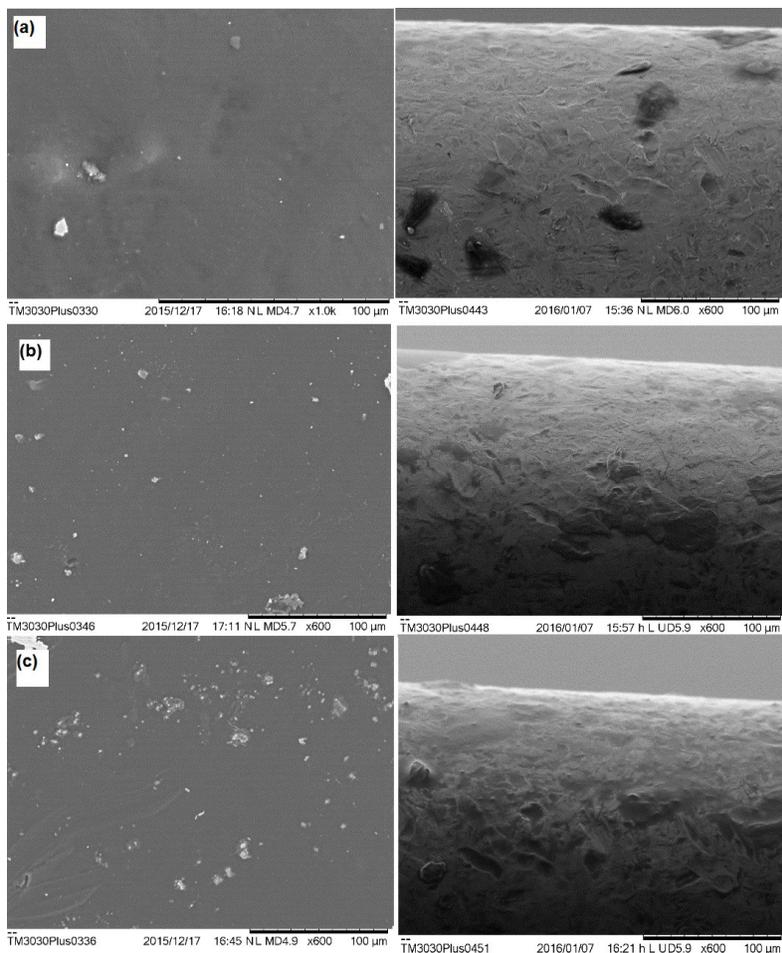


Figura 2 – Morfologia dos filmes: (a) FSCHI, (b) FCHISB, (c) FCHIPG. As micrografias da esquerda correspondem à superfície e as da esquerda referem-se à seção transversal dos filmes.

4 | CONCLUSÕES

Foram obtidos filmes de quitosana variando-se o tipo de agente plastificante utilizado na sua composição (sorbitol, e propilenoglicol) com características propícias a serem utilizados como biomaterial. Quanto à avaliação do comportamento dos filmes em contato com o meio aquoso, o filme de quitosana/sorbitol foi o único que apresentou maior capacidade de absorção de água. Não se observou diferença na solubilidade e no ângulo de contato entre todos os filmes obtidos, indicando não haver diferenças entre as superfícies dos filmes, resultado este que pode ser comprovado pela sua apreciação microscópica superficial, maioritariamente uniforme, densa e não porosa.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, O. B. G.; VALMIR L. DA, S. **Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações**. *Polímeros*, v. 13, n. 4, p. 223–228, 2003.
- BARBOSA, G. P. et al. **Design and characterization of chitosan/zeolite composite films - Effect of zeolite type and zeolite dose on the film properties**. *Materials Science and Engineering C*, v. 60, p. 246–254, 2016.
- BARIKANI, M. et al. **Preparation and application of chitin and its derivatives: A review**. *Iranian Polymer Journal*, v. 23, n. 4, p. 307–326, 2014.
- CROISIER, F.; JÉRÔME, C. **Chitosan-based biomaterials for tissue engineering**. *European Polymer Journal*, v. 49, n. 4, p. 780–792, 2013.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.-L. **Water and Glycerol as Plasticizers Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film**. *Journal of Food Science*, v. 58, n. 1, p. 206–211, 1993.
- MAZZARINO, L.; BORSALI, R.; LEMOS-SENNA, E. **Mucoadhesive films containing chitosan-coated nanoparticles: A new strategy for buccal curcumin release**. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 103, n. 11, p. 3764–3771, 2014.
- PRATEEPCHANACHAI, S. et al. **Mechanical properties improvement of chitosan films via the use of plasticizer, charge modifying agent and film solution homogenization**. *Carbohydrate Polymers*, v. 174, p. 253–261, 2017.
- RAHMAN, M.; BRAZEL, C. S. **The plasticizer market: An assessment of traditional plasticizers and research trends to meet new challenges**. *Progress in Polymer Science*, v. 29, n. 12, p. 1223–1248, 2004.
- RINAUDO, M. **Chitin and chitosan: Properties and application**, v. 31, n. 7, p. 603–632, 2006.
- SOUSA, F. F. O. et al. **Development of a novel AMX-loaded PLGA/zein microsphere for root canal disinfection**. *Biomedical materials*, v. 5, n. 5, 2010.
- VAN DEN BROEK, L. A. M. et al. **Chitosan films and blends for packaging material**. *Carbohydrate Polymers*, v. 116, p. 237–242, 2015.
- VIEIRA, M. G. A. et al. **Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review**. *European Polymer Journal*, v. 47, n. 3, p. 254–263, 2011.
- ZIANI, K. et al. **Effect of the presence of glycerol and Tween 20 on the chemical and physical properties of films based on chitosan with different degree of deacetylation**. *LWT - Food Science and Technology*, v. 41, n. 10, p. 2159–2165, 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 1, 14, 15, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 35, 38, 39, 45, 46, 70, 74, 76, 77

B

Bacia Hidrográfica 52, 152, 153, 154, 156, 158, 159

Brasil 14, 34, 47, 49, 57, 58, 72, 81, 86, 97, 142, 150, 160, 161, 162, 171

C

CESC 140, 141

CESCD 140, 141

Cimento 94, 95, 96, 97, 98, 103, 106, 108

Combustão 83, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 93, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 120

Compactação 96, 109, 110, 111, 113, 114, 117, 118, 119, 120

Concept 1, 3, 8, 48

D

Desenvolvimento 15, 16, 17, 47, 48, 50, 53, 71, 80, 84, 95, 97, 109, 142, 143, 150, 152, 156, 159

Dimensionamento 47, 48, 50, 51, 53, 57

Dispositivo 70, 71, 77, 81, 92, 143, 146

E

Estímulo Sensorial 70, 71, 82

F

Ferramentas 31, 59, 67, 147

Ferrovia 14, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29

Filmes 134, 135, 136, 137, 138, 139

Fotovoltaico 47, 48, 50, 51, 53, 57

G

Geração 21, 32, 39, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 95, 149, 150

L

Linhas de Transmissão 31, 32, 42, 44, 45, 48

M

Manganês 83, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91

Materiais 59, 72, 73, 79, 83, 85, 86, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 103, 106, 109, 110, 111,

120, 123, 124, 127, 130, 133, 135, 141, 143, 147, 149, 162, 173

Metais Pesados 94, 95, 96, 99, 100, 103, 106, 107, 108, 141, 142

Modeling 1, 3, 6, 8, 11, 29, 30

Municípios 152, 154, 156, 158

N

Nanoferrita 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

O

Óxido de Zinco 109, 110, 111, 112, 114, 116, 118, 120

P

Piezoelétricos 111, 150

Polipropileno 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133

Pontos de Cruzamento 14, 15, 16

Process 6, 10, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 84, 108, 110

Projeto 1, 50, 51, 53, 54, 57, 70, 73, 78, 80, 81, 97, 140, 141, 142, 147, 148, 149, 151, 157, 158

Propilenoglicol 134, 135, 138

Propriedades 83, 84, 85, 91, 96, 109, 110, 111, 120, 122, 123, 124, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 150, 158

Protótipo 70, 71, 76, 78, 79, 81, 150

R

Redes Neurais 31

REEE 140, 141, 142, 143, 150, 151

Regressão 98, 160, 161, 162, 163, 168, 170, 172

Resíduos Sólidos 94, 95, 97, 106, 142, 158

S

Simulação 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 42, 43, 81

Sinterização 92, 109, 110, 111, 114, 117, 118, 119, 120

Socioambiental 152

Solidificação 94, 95, 97, 99, 103, 106, 108

Sorbitol 131, 133, 134, 135, 138

T

Tecnologia Assistiva 70, 71, 72, 81

Tratamento 46, 70, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 85, 92, 94, 95, 97, 109, 114, 163

Turbines 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12

V

Violência 160, 161, 162, 171, 172

W

Wind 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3


Ano 2020

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

AMPLIAÇÃO E APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTOS NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS 3


Ano 2020