As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

Atena Editora
Ano 2020

As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

Atena Editora
Ano 2020

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

Atena Editora
Ano 2020

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 Federacl 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

Atena Editora
Ano 2020

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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

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
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
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. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª 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
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. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Profª 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 As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Viviane Teleginski Mazur. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-146-6
DOI 10.22533/at.ed.466203006

1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III.Mazur, Viviane Teleginski.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado Vol. 1 e 2 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 24 capítulos, com assuntos voltados a engenharia elétrica, materiais e mecânica e sua interação com o meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 27 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e aguas, da construção civil com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção de baixo com baixo impacto ambiental.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões sobre temas atuais nas engenharias, de maneira aplicada as novas tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Viviane Teleginski Mazur

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E DEMANDA ENERGÉTICA PARA INSERÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

Mailson Gonçalves Morais
Gian Lucas Martins
Vagner Silva Guilherme
DOI 10.22533/at.ed.4662030061

CAPÍTULO 2 14

ELETRODEPOSIÇÃO DE SEMICONDUTORES PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA RENOVÁVEL

Victor Rocha Grecco
DOI 10.22533/at.ed.4662030062

CAPÍTULO 3 28

INVESTIGAÇÃO DAS GRANDEZAS QUE IMPACTAM NA VIDA ÚTIL DE UM TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

Giancarlo de França Aguiar
Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar
DOI 10.22533/at.ed.4662030063

CAPÍTULO 4 40

NOVA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE DATACENTERS - O ÍNDICE EUED (ENERGY USAGE EFFECTIVENESS DESIGN)

Alexandre Fernandes Santos
Pedro Dinis Gaspar
Heraldo José Lopes de Souza
DOI 10.22533/at.ed.4662030064

CAPÍTULO 5 58

MÓDULO DE SENSORIAMENTO INERCIAL APLICADO À CAPTURA DE MOVIMENTO DA MARCHA NA PARALISIA CEREBRAL

Lucas Novaki Ribeiro
Rafael Traldi Moura
DOI 10.22533/at.ed.4662030065

CAPÍTULO 6 67

CALCULANDO SENSORES LAMBDA, TPS E MAP COM EXATIDÃO MÁXIMA

Robson Eduardo dos Anjos Schneider
Aline Brum Loreto
Eduardo Rorato Guarienti
Matheus Brondani de Vargas
DOI 10.22533/at.ed.4662030066

CAPÍTULO 7 78

CÁLCULO VIA DISCRETIZAÇÃO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE FIGURAS PLANAS

Arthur Coutinho de Araújo Pereira
Pedro Henrique Tomaz Fernandes
Carlos Antônio Taurino de Lucena
Ângelo Vieira Mendonça
DOI 10.22533/at.ed.4662030067

CAPÍTULO 8 95

UTILIZANDO A TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER NA IDENTIFICAÇÃO DO FENÔMENO NÃO LINEAR EM SISTEMAS DINÂMICOS

Marcelo Henrique Belonsi
Maria Francisca da Cunha
Manoel Moraes Junqueira
DOI 10.22533/at.ed.4662030068

CAPÍTULO 9 103

DIMENSIONAMENTO DE PISTÃO MAGNETO REOLÓGICO UTILIZANDO ANÁLISE NUMÉRICA

Lays Cristina Gama Lopes
Luiz Fernando Cótica
Ivair Aparecido dos Santos
DOI 10.22533/at.ed.4662030069

CAPÍTULO 10 119

SINTONIA DE UM CONTROLADOR PID PARA UM SISTEMA MASSA-MOLA-AMORTECEDOR DE UM GRAU DE LIBERDADE

Isabela Kimie Ota
Daniel Almeida Colombo
DOI 10.22533/at.ed.46620300610

CAPÍTULO 11 124

AVALIAÇÃO DO USO DE MÓDULOS TERMOELÉTRICOS COMO DISPOSITIVO DE RECUPERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Marco Antonio Rodrigues de Brito
Marcus Costa de Araújo
DOI 10.22533/at.ed.46620300611

CAPÍTULO 12 141

VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM BIODIESEL

Elba Gomes dos Santos Leal
Rui Carlos de Sousa Mota
Ricardo Guilherme Kuentzer
Bento Pereira da Costa Neto
Danilo Matos Moura
DOI 10.22533/at.ed.46620300612

CAPÍTULO 13 154

COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EMISSÕES DO SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Mauro Donizeti Berni
Paulo Cesar Manduca
DOI 10.22533/at.ed.46620300613

CAPÍTULO 14 162

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE IMPACTO POR QUEDA DE PESO EM BORDA DE COMPÓSITOS

João Pedro Inácio Varela
Joseph Bruno Rodrigues Almeida
Wanderley Ferreira de Amorim Júnior
DOI 10.22533/at.ed.46620300614

CAPÍTULO 15 176

PRODUÇÃO DE FOTOCATALISADORES UTILIZANDO CINZAS RESIDUAIS

Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante
Aline Domingues Gomes
Lucas de Souza Borban
Jean César Marinozi Vicentini

DOI 10.22533/at.ed.46620300615

CAPÍTULO 16 191

EFEITO DA GRANULOMETRIA DA FIBRA DE COCO VERDE NA ADSORÇÃO DE COMPOSTOS PROVENIENTES DO PETRÓLEO

Isadora Barreto Coutinho
Inês Aparecida Santana
Antonia Miwa Iguti

DOI 10.22533/at.ed.46620300616

CAPÍTULO 17 203

APLICABILIDADE DE NANOCOMPÓSITOS A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE CARBONO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

Anne Caroline da Silva Rocha
Livia Rodrigues de Menezes
Emerson Oliveira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.46620300617

CAPÍTULO 18 212

DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO POR $NB2O_5$ SUPORTADO EM SIO_2

Thais Delazare
Rodrigo da Silva Neu
Emerson Schwingel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.46620300618

CAPÍTULO 19 221

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE $BA_XSR_{1-X}CO_YFE_{1-Y}O_{3\pm\Delta}$ PARA PREPARAÇÃO DE CAMADA FUNCIONAL DO ELETRODO CATÓDICO DAS CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO IT-SOFC

Mariana Lima
Everton Bonturim
Marco Andreoli
Nelson Batista de Lima
Emília Satoshi Miyamaru Seo

DOI 10.22533/at.ed.46620300619

CAPÍTULO 20 231

ESTUDO DA FIBRA DA URTIGA E DO ALGODÃO COLORIDO ORGÂNICO: DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA O VESTUÁRIO POR MEIO DO CRUZAMENTO DE FIBRAS

Giulia Mendonça Tenorio de Alburquerque
Ronaldo Salvador Vasques
Fabrício de Souza Fortunato
Camila Pereira

DOI 10.22533/at.ed.46620300620

CAPÍTULO 21 239

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE ACESSÓRIOS VOLTADOS PARA O VESTUÁRIO UTILIZANDO COMO MATÉRIA-PRIMA O COURO DE KOMBUCHA

Caroline Schuch Klein
Ana Beatriz Pires da Silva
Ronaldo Salvador Vasques
Luciane do Prado Carneiro
Fabrício de Souza Fortunato

DOI 10.22533/at.ed.46620300621

CAPÍTULO 22 247

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL APLICADO AO PRÉ-TRATAMENTO DA BATATA DOCE COM ÁCIDO CÍTRICO E À SECAGEM PARA AVALIAÇÃO DA COR

Tamires Barlati Vieira da Silva
Ana Paula da Silva Sbrunhera
Priscila Dayane de Freitas Santos
Thaysa Fernandes Moya Moreira
Anielle de Oliveira
Fernanda Vitória Leimann Bogdan
Demczuk Junior

DOI 10.22533/at.ed.46620300622

CAPÍTULO 23 259

CARACTERIZAÇÃO DE MEL E HIDROMEL ATRAVÉS DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA

Marcello Lima Bertuci
Lígia Boarin Alcalde
Silvia Maria Martelli
Évelin Marinho de Oliveira
Angela Dulce Cavenaghi Altemio

DOI 10.22533/at.ed.46620300623

CAPÍTULO 24 265

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE EXTRATOS ALCOÓLICOS CONCENTRADOS E DE ÁLCOOL GEL A PARTIR DE DESCARTES DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Pierre Correa Martins
Gabriel Alexandre Clemente
Pedro Passador Bittencourt de Sá
João Alves de Medeiros Neto
Heloísa Barbosa de Oliveira
Lara Patrício Ferreira
Daniel Felipe Lima Soares
Nilmara Beatriz Sousa de Oliveira
Raquel de Medeiros Neto
Thayze Rodrigues Bezerra Pessoa
Joselma Araújo de Amorim
Vital de Souza Queiróz

DOI 10.22533/at.ed.46620300624

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 279

ÍNDICE REMISSIVO 280

CAPÍTULO 17

APLICABILIDADE DE NANOCOMPÓSITOS A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE CARBONO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

Data de aceite: 19/06/2020
Data de submissão: 13/03/2020

Anne Caroline da Silva Rocha
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano
Rio de Janeiro - RJ
lattes.cnpq.br/2533304856179383

Livia Rodrigues de Menezes
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano
Rio de Janeiro - RJ
lattes.cnpq.br/8963454147023051

Emerson Oliveira da Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano
Rio de Janeiro - RJ
lattes.cnpq.br/3549505081029919

RESUMO: O polilactídeo (PLA) é um polímero biodegradável e biocompatível, sendo considerado como um dos biopolímeros mais promissores em aplicações industriais. Contudo suas baixas propriedades térmicas e mecânicas inviabilizam seu uso na substituição de polímeros sintéticos incentivando a utilização de nanopartículas a fim de melhorar tais propriedades. Foram obtidos nanocompósitos poliméricos de PLA, a partir da técnica de casting, com diferentes nanopartículas de carbono (Nanotubo, Grafeno e Fulereno) modificadas com octadecilamina (ODA) em seu estado isolado e em sistemas ternários destas partículas nas concentrações de 0,01%, 0,03% e 0,09%. Após a obtenção os sistemas foram analisados por transmitância e teste em alimentos. Os resultados indicam que a presença das nanopartículas de carbono modificadas foi capaz de elevar a mecânica da matriz de PLA. Os sistemas contendo 0,03% das nanoestruturas exibiram melhores resultados em ambas as análises. Nos sistemas ternários verificou-se um efeito sinérgico que pode decorrer da melhor dispersão destas partículas.

PALAVRAS-CHAVE: Poli(ácido lático); nanopartículas de carbono; embalagens alimentícias.

APPLICABILITY OF NANOCOMPOSITES BASED ON CARBON NANOPARTICLES IN FOOD PACKAGING

ABSTRACT: The poly(lactic acid) or polylactide (PLA) is a biodegradable and biocompatible compostable polymer, being

considered as one of the most promising biopolymers in industrial applications. However, its low thermal and mechanical properties make it an unfeasible option to replace synthetic polymers encouraging the use of nanoparticles to improve such properties. Therefore, nanoparticles of carbon (carbon nanotubes, graphene and fullerene) modified with octadecylamine (ODA) in their isolated state, and ternary systems of these particles in concentrations of 0.01%, 0.03%, and 0.09% were obtained from PLA polymer nanocomposites. After obtaining them, these systems were analyzed by techniques of transmittance and food testing. The presence of modified carbon nanoparticles was able to increase the mechanical resistance of the PLA matrix. The systems with 0.03% of the nanostructures showed better results in both analyzes. In verified ternary systems, there is a synergistic effect that can occur with the best dispersion of these particles.
KEYWORDS: Poly(lactic acid); carbon nanoparticles; food packaging.

1 I INTRODUÇÃO

A necessidade de transporte e armazenamento de alimentos é compreendida desde os primórdios, quando eram utilizados vidros e restos de animais mortos para esta finalidade. Desse cenário, surge a necessidade de produção de materiais que sejam capazes de armazenar e transportar o alimento, garantindo-lhes uma maior integridade até o seu destino final (KAETSU; ANDREOLI, 2015). A grande utilização de polímeros sintéticos nesta área dá-se devido às boas propriedades mecânicas, térmicas e de barreira. No entanto, grande parte dos materiais plásticos utilizados para produção de embalagens alimentícias são provenientes de fontes não renováveis, ocasionando problemas ambientais como poluição, superacumulação em aterros sanitários, alto consumo de energia, além do fato de que, apresentam em alguns casos uma dificuldade adicional em sua reciclagem, uma vez que ocasionalmente os mesmos são contaminados com produtos químicos e microrganismos. A fim de se eliminar resíduos urbanos e promover uma conscientização ecológica, tem-se buscado utilizar materiais que retenham as mesmas propriedades, mas que também beneficiem ao meio ambiente (ATTARAN; HASSAN; WAHIT, 2015).

Perante o exposto, nações internacionais têm intensificado a pesquisa no que tange a substituição de polímeros sintéticos por materiais biodegradáveis, atendendo a um apelo ambiental e de saúde pública. Contudo, propriedades térmicas e mecânicas inferiores aos materiais utilizados convencionalmente representam um entrave na comercialização dos polímeros biodegradáveis. Nesta perspectiva, a adição de nanoestruturas possibilita o alcance de propriedades similares aos materiais sintéticos utilizados na fabricação de embalagens alimentícias (MAHALIK; NAMBIAR, 2010).

O aspecto óptico das embalagens é outro fator de grande relevância no que tange sua aplicação uma vez que, a visualização do alimento é importante para identificar se há danos e alterações de cor dos mesmos. Além disso, a visualização do alimento pode ser uma importante estratégia de *marketing* para incentivar a compra do produto embalado. Assim, uma solução a ser avaliada é a possibilidade de obtenção de sistemas de alta transparência

para tal finalidade (SIMMONDS; SPENCE, 2019).

A nanotecnologia aplicada a materiais tem sido alvo de estudos por utilizar menores quantidades de materiais e, ainda assim, conseguir um alto desempenho devido ao uso de nanoestruturas, que possuem ao menos uma de suas dimensões nanométricas, apresentando alta área superficial, garantindo uma maior quantidade de interações entre a matriz e a carga. Na ciência, o século XX foi marcado pela descoberta de nanoestruturas de carbono, representando um avanço para tecnologia, com a descoberta de nanoestruturas do fulereno, grafeno e nanotubo de carbono (CNT). Apenas as modificações no tamanho dessas estruturas de carbono já promovem uma grande variação de suas propriedades, o que refletiu no aumento do interesse para utilização e modificação dessas nanoestruturas (ROY; SENGUPTA; BHOWMICK, 2012).

A aplicação das nanoestruturas de carbono se estende para sua utilização em embalagens ativas e inteligentes, nos quais os nanotubo de carbono e o grafeno são amplamente utilizados, pelo fato dos mesmos promoverem não só uma maior resistência mecânica, mas também por apresentarem propriedades antimicrobianas e serem capaz de acompanhar e verificar a condição do alimento durante o seu transporte e armazenamento (VELICHKOVA *et al*., 2017).

2 I METODOLOGIA

O método de preparação dos filmes de nanocompósitos foi por vazamento ou *casting*. As nanoestruturas de carbono modificadas com octadecilamina em diferentes concentrações foram dispersas em clorofórmio em banho de ultrassom a uma potência de 80 W durante 30 min. Em seguida, foi adicionado o PLA e o sistema permaneceu sob agitação magnética a temperatura ambiente por 60 min. Após a solubilização, as dispersões foram secas por 168 h em capela a temperatura ambiente conforme demonstrado na Figura 1. Foram criadas siglas para representar os sistemas obtidos. As siglas selecionadas foram: Cn (para nanotubo de carbono); Gr (para grafeno); Ful (fulereno) e ODA (para octadecilamina). As amostras obtidas foram separadas em dois grupos: simples (0,01%, 0,03% e 0,09%) e ternários (0,03% e 0,09%), conforme descrito na Tabela 1.

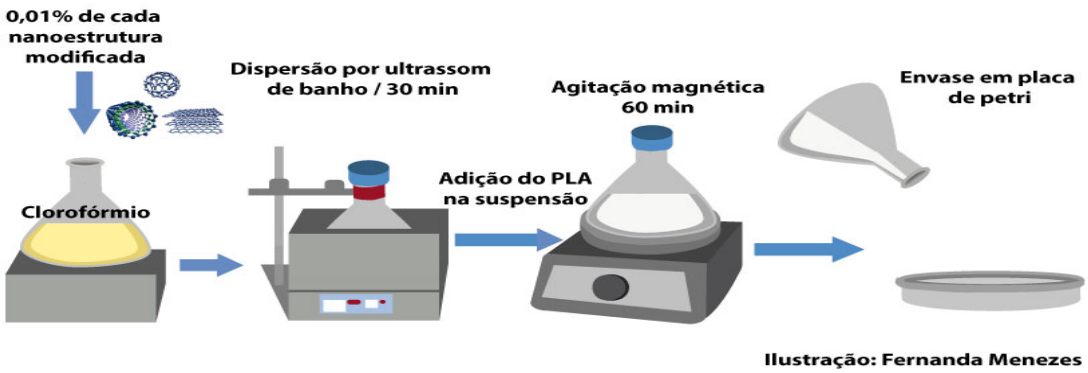

Figura 1: Ilustração da obtenção das amostras.

NOMENCLATURA	NANOPARTICULAS
SIMPLES	
PLA PURO	-
PLA + 0,01% Cn	Nanotubo de carbono - ODA
PLA + 0,01% Gr	Grafeno - ODA
PLA + 0,01% Ful	Fulereno - ODA
PLA + 0,03% Cn	Nanotubo de carbono - ODA
PLA + 0,03% Gr	Grafeno - ODA
PLA + 0,03% Ful	Fulereno - ODA
PLA + 0,09% Cn	Nanotubo de carbono - ODA
PLA + 0,09% Gr	Grafeno - ODA
PLA + 0,09% Ful	Fulereno - ODA
TERNÁRIOS	
PLA + 0,03%(Cn+Gr+Ful)	Nanotubo de carbono-ODA + Fulereno – ODA + Grafeno - ODA
PLA + 0,09%(Cn+Gr+Ful)	Nanotubo de carbono -ODA + Fulereno – ODA + Grafeno - ODA

Tabela 1: Nomenclatura das amostras.

Fonte: Elaborado pela autora.

Análise de transmitância UV-Vis: No intento de se verificar alterações na transparência do filme mediante a inserção das nanoestruturas, realizou-se a análise de UV-Vis com suporte para filmes em aparelho Varian, modelo Cary 100 Conc, a 25 °C, com velocidade 48 e varredura e 300 nm/min, resolução de 2 nm na faixa de comprimento de onda de 900 a 200 nm.

Teste em alimentos: Para verificar a interação do filme nanocompósito com o alimento foram realizados os testes de Perda de Massa e Acidez total titulável. O alimento escolhido

para tal foram as Uvas Itália.

Perda de massa: Para a realização deste teste, as uvas foram mantidas durante 23 dias em temperatura ambiente (25 °C) e foram pesadas ao longo do procedimento. As uvas foram inseridas em um coletor universal *estéril* descartável de 80 mL (Ever Care) e cobertas com os filmes nanocompósitos de acordo com a Figura 27. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem, em relação a massa inicial e final das frutas (LUCENA *et al.*, 2017).

A equação utilizada para o cálculo de perda de massa está descrita abaixo:

$$PM(\%) = \left(\left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \cdot 100\right)$$

No qual,

PM = Porcentagem de perda de massa parcial;

Mi = Massa inicial da amostra;

Mf = Massa final da amostra.

Determinação da acidez total titulável: Para este procedimento foi realizado uma trituração com o auxílio do pistilo e filtração das uvas a fim de se obter o suco da fruta. A análise de Acidez total titulável foi realizada por titulação de neutralização, onde foi recolhida uma alíquota de 10 mL do suco da fruta e adicionado a ele 90 mL de água destilada. A titulação foi realizada utilizando hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L^{-1} e 3 gotas de fenolftaleína a 1%, como indicador. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido tartárico. Este procedimento foi realizado no primeiro e último dia do teste (LUCENA *et al.*, 2017).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de transmitância UV-Vis

Os resultados da análise de transmitância UV-Vis (Figura 2a e b) demonstram que a adição das nanopartículas de carbono em concentrações de até 0,03% não é capaz de alterar a transparência dos sistemas. Esse comportamento reflete possivelmente a baixa concentração e boa dispersão destas partículas que possibilita uma passagem dos feixes de luz de forma mais uniforme sem que os eventos de absorção e reflexão fossem fortes o suficiente para alterar a transmissão de luz através dos materiais. Como única exceção deste grupo destaca-se o sistema contendo 0,01% dos Nanotubos que exibiu uma leve perda de transparência, contudo a mesma não se apresentou significativa.

Os sistemas contendo 0,09% das nanoestruturas (Figura 2c) já exibe um comportamento distinto, onde os sistemas contendo apenas uma nanopartícula exibiram perdas de transmitância de cerca de 15%, indicando que nesta concentração possivelmente há uma perda de dispersão gerando pontos de aglomeração que funcionam como pontos de espalhamento e absorção da luz levando assim a perda de transmissão de seu feixe (LIN *et*

al., 2010; MIN; KIM; CHANG, 2011; FELFEL *et al.*, 2018; XIONG *et al.*,2018).

Todavia o sistema ternário 0,09% (Figura 2c), contendo as três nanopartículas simultaneamente, exibe um padrão distinto. Este resultado indica que na presença simultânea das três partículas há, provavelmente, uma melhoria da dispersão e distribuição destas partículas em detrimento dos sistemas contendo apenas uma partícula isoladamente. Esse comportamento já foi relatado em outros sistemas contendo mais de um tipo de nanopartícula e é justificada por alguns autores com base na possibilidade das partículas de mais fácil dispersão agir de modo a separar as partículas com maior potencial de agregação. Outra possibilidade indicada por alguns autores seria a repulsão eletrostática das partículas entre si quando coexistentes no mesmo sistema. Entretanto, no presente sistema, devido à ausência de cargas no modificador utilizado, o mais provável é que o primeiro evento descrito tenha ocorrido.

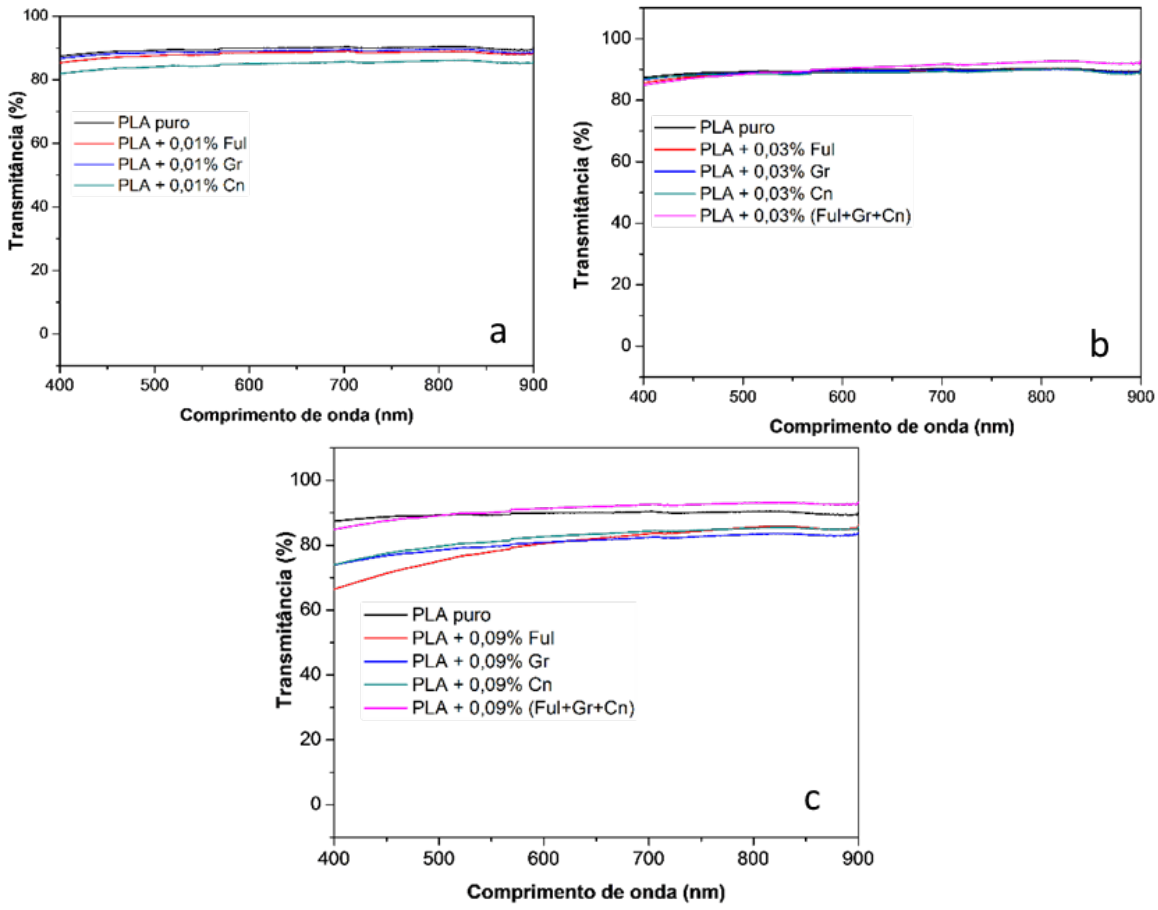

Figura 2: Curvas de transmitância UV-Vis.

3.2 Teste em alimentos

Este ensaio foi realizado apenas com as amostras de PLA puro, ternário com 0,03% de nanoestruturas (T003) e ternário com 0,09% (T009), pois foram os sistemas que apresentaram melhores resultados nas análises térmicas e na análise termomecânica. A amostra S/Rec (sem recobrimento) representou o grupo controle deste ensaio. A perda de massa nas uvas está associada principalmente à perda de água ou outras substâncias voláteis causadas pelo amadurecimento ou degradação do fruto. Com isso, a perda de massa do recipiente é

proporcional com a capacidade de passagem de vapor de água pelo filme nanocompósito, ou a perda de substâncias voláteis. Nesses dois casos, a perda dessas substâncias pode acarretar mudanças na textura e no odor característico das uvas.

Ao se analisar a Figura 3a, verifica-se que o PLA puro propicia uma redução de perda de massa considerável quando comparada ao sistema sem recobrimento, que apresenta uma perda de massa de, aproximadamente, 15,4% após 23 dias enquanto que o sistema de PLA puro apresenta uma perda de massa de, aproximadamente, 5,4%. Caracterizando, uma redução de 10% na perda de massa, para o mesmo período. Lucena *et al.*, (2017) atribui esse efeito ao fato de que polímeros biodegradáveis apresentam uma boa barreira a gases.

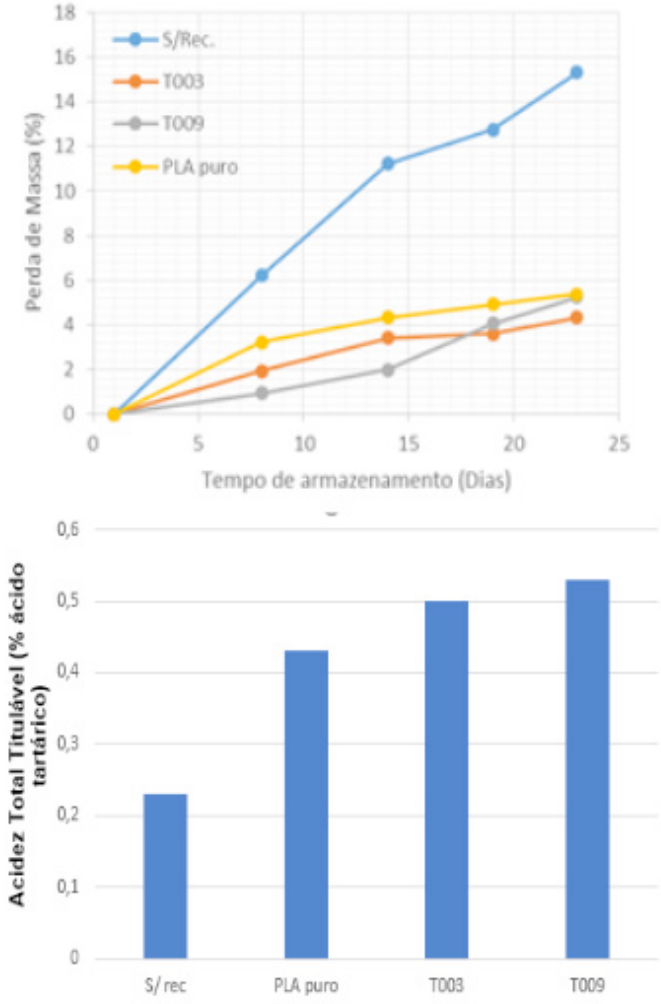

Figura 3: Gráfico de perda de massa (a) e acidez total titulável (b).

Em relação ao T009, tem-se que até o 14º dia, o mesmo apresenta a menor taxa de perda de massa dentre as amostras, chegando a possuir uma perda de massa 3,4% menor que o T003, que pode estar relacionado a uma quantidade superior de nanopartículas no sistema, agindo como barreira. No entanto, do 14º dia em diante, a taxa de aumento de perda de massa do T009 aumenta a valores superiores ao do T003, chegando no 23º dia com a perda de massa idêntica ao PLA puro. Esse fenômeno pode ser explicado devido à

barreira gerada pelas nanoestruturas, impedindo a saída de componentes voláteis como o gás etileno, onde após um determinado período a acumulação desse gás faz com que o mesmo seja catalisador do processo de degradação da uva, aumentando assim a perda de massa (Figura 4).

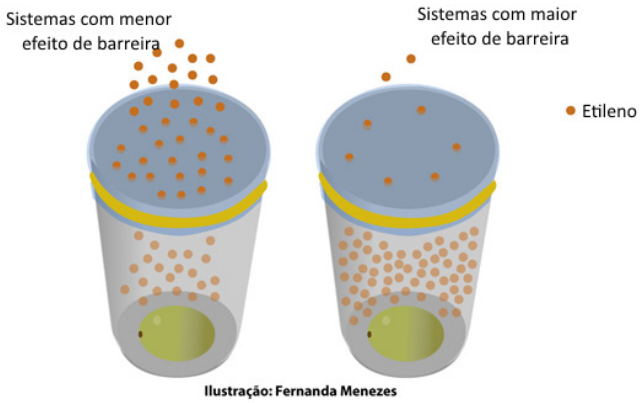

Figura 4 – Ilustração do processo de acúmulo de etileno no ensaio de degradação das uvas

Ao se observar os sistemas ternários, verifica-se que ambos apresentam uma redução na perda de massa com relação ao sem recobrimento, o que pode estar associado a uma possível elevação da propriedade de barreira dos sistemas contendo as nanoestruturas. Dentre os ternários, o T003 apresenta os melhores resultados de perda de massa, o que pode estar interligado a sua melhor dispersão das nanopartículas, que geram caminhos tortuosos na matriz polimérica, dificultando a passagem de moléculas de gases.

Algumas características dos frutos como sabor, aroma e acidez estão associadas aos ácidos orgânicos dissolvidos nos vacúolos das células dos frutos, podendo estar puros ou dissolvidos com glicosídeos, sais e ésteres. Parte desses ácidos é consumida ao longo do tempo pelo processo de respiração devido à oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos ou de sua transformação em açucares, associada ao aumento do metabolismo (LUCENA *et al.*, 2017). As uvas adquiridas para este ensaio apresentaram um teor de 0,85% de ácido tartárico, estando dentro dos valores exigidos pela legislação brasileira que permite um teor máximo de 0,90 % de ácido tartárico (LUCENA *et al.*, 2017).

De acordo com o processo de respiração, tem-se uma diminuição da concentração dos ácidos orgânicos. Ao se analisar os resultados obtidos na Figura 3b, verifica-se uma redução percentual de ácido tartárico nas uvas em todos os sistemas, entretanto verifica-se uma maior tendência em diminuir essa perda nos sistemas ternários. Esse comportamento pode estar associado à capacidade desses sistemas em minimizar a perda de água das uvas, corroborando com os resultados obtidos no teste de perda de massa. Esses resultados demonstram que tanto o PLA puro quanto os filmes nanocompósitos apresentam uma menor perda de ácidos orgânicos, prolongando o tempo de prateleira das uvas.

4 I CONCLUSÃO

Os resultados de transmitância indicam que as nanopartículas de carbono modificada com ODA em concentrações até 0,03% não altera a transparência da matriz de PLA. Sistemas contendo 0,09% já exibem uma perda de transparência para os sistemas contendo cada tipo de partícula isoladamente. O sistema ternário 0,09% contendo simultaneamente o fulereno, grafeno e nanotubo de carbono já apresentam melhores transparências indicando que a presença de diferentes geometrias favorece o processo de dispersão destas nanopartículas. Mediante os resultados obtidos pelo teste em alimentos, verificou-se que os sistemas ternários contribuem de forma a diminuir a perda de massa do alimento, o que pode estar relacionada à atuação das nanopartículas como barreira à saída de água e componentes voláteis. De acordo com a acidez total titulável, os filmes nanocompósitos são capazes de aumentar o tempo de prateleira das uvas. Os sistemas obtidos apresentam-se promissores para a aplicação em embalagens alimentícias.

REFERÊNCIAS

ATTARAN, S.A.; HASSAN, A.; WAHIT, M.U. Materials for food packaging applications based on bio-based polymer nanocomposites: A review. **Journal of Thermoplastic Composite Materials**, [S.l.], v. 30, n.2, p. 143-173, 2015.

KAETSU, S. T.; ANDREOLI, T. P. Análise de embalagens de produtos alimentícios que marcaram a lembrança dos consumidores. **Caderno de Administração**, [S.l.], v.23, n.2, 2015.

LUCENA, C. A. A.; COSTA, S. C.; ELEAMEN, G. R. A.; MENDONÇA, E. A. M.; OLIVEIRA, E. E. Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. **Revista Polímeros**, [S.l.], v.27, p. 35-41, 2017.

MAHALIK, A. M.; NAMBIAR, A. N. Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. **Trends in Food Science e Techonology**, [S.l.], v. 21, n.3, p. 117-128, 2010.

ROY, N.; SENGUPTA, R.; BHOWMICK, A. K. Modifications of carbon for polymer composites and nanocomposites. **Progress in Polymer Science**, [S.l.], v. 37, n.6, p. 781-819, 2012.

SIMMONDS, G.; SPENCE, C. Food imagery and transparency in product packaging. In: Multisensory Packaging. **Palgrave Macmillan, Cham**, 2019. p. 49-77.

VELICHKOVA, H.; KOTSILKOV, S.; IVANOV, E.; KOTSILKOVA, R.; GYOSHEV, S.; STOIMENOV, N.; VITANOV, N. K. Study on the release of carbon nanoparticles of different size and shape from nanocomposite poly(lactic) acid film into food simulants, **Food Additives & Contaminants: Part A**, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcalinidade 141, 142, 143, 144, 148, 149, 150, 151, 152
Análise dinâmica 95
Análise numérica 103, 104, 114, 116, 118

B

Biodiesel 142, 144, 147, 149, 150, 151, 152, 189

C

Captura de movimento 10, 58, 59
Cogeração 154, 159, 160
Combustão interna 1, 2, 3, 68, 73, 124, 125, 126, 127, 132, 135, 138
Controlador 119, 120, 122, 123
Corantes 176, 179, 213, 220

D

Demanda energética 1, 2, 4, 6, 127
Discretização 78, 79, 80, 81, 93

E

Eficiência energética 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 55, 124, 154, 158, 159, 160
Eletrodeposição 14, 15, 16, 20, 24, 27
Emissões de gases 127, 154
Energias renováveis 14, 26
Ensaio 162, 164, 165, 170, 172, 173, 195, 196, 208, 210, 269
Equação Diferenciais 95
Extensão da Vida Útil 28

F

Figuras planas 78, 80, 93
Fluido magneto reológico 103, 104, 105, 107, 109, 110, 113
fluidos 37, 54, 103, 107, 108, 135, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153
Fluidos 104, 108, 142, 153
Fluido Visco Plástico 103
Fotocatálise 176, 179, 186, 212, 213, 219

G

Gases de exaustão 124, 127, 133, 135, 136
Gases de Exaustão 134
Gerador termoelétrico 124, 128
Grandezas monitoradas 28, 34, 35

I

IEC 61850 28, 30, 37, 38
Impacto 3
IMU 58, 59, 60
Infraestrutura 1, 2, 3, 7, 11, 12, 42, 43, 44, 45, 48, 52, 59
Injeção eletrônica 67, 68, 69, 71, 76, 77

M

Matemática intervalar 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76
Materiais compósitos 162, 163, 170, 171, 175
Mecânica 9, 78, 94, 101, 103, 118, 124, 141, 175, 279
Método de Newmark 95, 97
Motor 2, 3, 36, 37, 58, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 98, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 135, 138

N

Não linearidades 95, 100

O

Óxido de cobre 14, 20, 25
Óxido de titânio 14, 20

P

Paralisia cerebral 10, 58, 59
Perfuração 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153
Perfuração 11, 141, 153
Peso 162, 163, 164, 165, 166, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 180, 266, 276, 277
PID 119, 120, 122, 123
Pistão MR 103, 110
Potência 8, 10, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 46, 50, 51, 124, 126, 127, 131, 133, 136, 137, 138, 205
Precisão 20, 46, 65, 67, 71, 73, 74
Propriedades geométricas 78, 79, 80, 81, 84, 93, 134

S

Semicondutores 14, 15, 26, 124, 129, 134, 135, 136, 176, 179, 184, 187, 213
Sensor inercial 58
Suspensão coloidal 103
Suspensão Coloidal 103

T

Transformadores 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

V

Veículo Elétrico 2, 3, 12, 13

Vibração 35, 108, 109, 119, 120, 123

Atena
Editora
2020