

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias
2**

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-587-7 DOI 10.22533/at.ed.877190309 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 21 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais.

O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado, em seu primeiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*”, a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e a sociedade (como um todo) frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou

as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA	
Plinio Temba Júlia Couto Nogueira Vitoria Ellen da Silva Oliveira Marcelo Antonio Nero Marcos Antonio Timbó Elmiro Sandra Cristina Deodoro Daniel Henrique Carneiro Salim	
DOI 10.22533/at.ed.8771903091	
CAPÍTULO 2	14
INTERVENÇÃO DIDÁTICA NAS AULAS DE FÍSICA: EXPERIMENTO SOBRE ESPELHOS PLANOS E ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Adriane Beatriz Liscano Janisch Karin Ritter Jelinek Alana Amaral Rotter	
DOI 10.22533/at.ed.8771903092	
CAPÍTULO 3	19
A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE STELLARIUM COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ECLIPSES E ESTAÇÕES DO ANO NO ENSINO MÉDIO	
Arilson Paganotti Marcos Rincon Voelzke Graciene Carvalho Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.8771903093	
CAPÍTULO 4	29
AS NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA ESPACIAL X ORIGAMIS MODULARES VISTOS SOBRE O CONTEXTO DA SALA DE AULA DE TEMPO INTEGRAL	
José Erildo Lopes Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.8771903094	
CAPÍTULO 5	41
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EJA: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AS PRÁTICAS	
Janaina da Conceição Martins Silva Cibele Paula Silva Marta Aparecida Quintiliano Rabelo Vânia Lúcia Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.8771903095	
CAPÍTULO 6	51
PROPORÇÕES ENTRE PRODUTOS EXPONENCIAIS	
Guilherme Cavichiolo Moreira Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.8771903096	

CAPÍTULO 7 63

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Thiago Lopes Quevedo
Filipe Melo Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.8771903097

CAPÍTULO 8 76

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DAS HIDROTALCITAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO MODIFICADAS COM FERRO (III) E CRÔMIO (III) SINTETIZADAS PELO MÉTODO DA PRECIPITAÇÃO POR HIDRÓXIDOS

Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Jusinei Meireles Stropa
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.8771903098

CAPÍTULO 9 88

CATALISADORES DE ARGILA BENTONÍTICA NA35 PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Alan Gabriel Adamczewski
Edson Cezar Grzebielucka
Eder Carlos Ferreira de Souza
Maria Elena Payret Arrúa
André Vitor Chaves de Andrade
Sandra Regina Masetto Antunes

DOI 10.22533/at.ed.8771903099

CAPÍTULO 10 101

EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO DA SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SABONETES

Caroline de Souza Rodrigues
Carolina Laguna Pimenta
Laís Cabrerizo Vargas de Almeida
Marcos Vinícius Pereira da Costa
Sara Rudek
Raquel Teixeira Campos

DOI 10.22533/at.ed.87719030910

CAPÍTULO 11 108

ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA

Mayara Soares
Carine Vieira
Cynthia Beatriz Fürstenberger
Danielle Borges
Danielle Cristina Silva Olizeski
Felipe Staciaki da Luz
Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.87719030911

CAPÍTULO 12 120

EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues
Marcelo Telascrêa
Raquel Teixeira Campos
Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha
Márcia Ortiz Mayo Marques

DOI 10.22533/at.ed.87719030912

CAPÍTULO 13 132

FABRICAÇÃO DE SENSOR DE GÁS AMÔNIA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO DE POLÍMEROS CONDUTORES EM MATRIZES ISOLANTES

Deuber Lincon da Silva Agostini
André Antunes da Silva
Bruno Henrique de Santana Gois
Jessyka Carolina Bittencourt
Clarissa de Almeida Olivati
Pedro Leonardo Silva
Vagner dos Santos
Wilson Silva Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.87719030913

CAPÍTULO 14 142

INVESTIGAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO ESTABILIZADO COM ZIRCÔNIO E SILÍCIO COMO MATRIZ PARA NOVOS DOPANTES

Natali Amarante da Cruz
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Silvanice Aparecida Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030914

CAPÍTULO 15 154

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRA DE CAPIM CAPETA: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Edil Silva de Vilhena
Edielson Silva de Vilhena
Rodrigo da Silva Magalhães Dias
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.87719030915

CAPÍTULO 16 167

MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO NO MONITORAMENTO DE REAÇÕES EM TEMPO-REAL

Cesar Augusto Tischer
Gina Alejandra Gil Giraldo

DOI 10.22533/at.ed.87719030916

CAPÍTULO 17 180

PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UMA PLANTA INTEGRADA DE PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO

Rafael Rodrigues Gomes
Diego Martinez Prata
Lizandro de Sousa Santos

DOI 10.22533/at.ed.87719030917

CAPÍTULO 18 193

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDA DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Taisa Lorene Sampaio Farias
Catarina Barbosa Levy
Ivanei Ferreira Pinheiro
Walter Ricardo Brito
João de Deus Pereira de Moraes Segundo

DOI 10.22533/at.ed.87719030918

CAPÍTULO 19 202

SÍNTESE DA ESTRUTURA PEROVSKITA DE TITANATO DE CÁLCIO E COBRE EM BAIXA TEMPERATURA PELO MÉTODO SOL-GEL

Eliane Kujat Fischer
Vinícius Moreira Alves
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Graciele Vieira Barbosa
Cintia Hisano
Silvanice Lopes dos Santos
Lincoln Carlos Silva de Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.87719030919

CAPÍTULO 20 214

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROALCITAS FOSFATADAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO POR COPRECIPITAÇÃO

Alberto Adriano Cavalheiro
Sabrina Vitor Gonçalves
Creuza Kimito Caceres Kawahara
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Graciele Vieira Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.87719030920

CAPÍTULO 21 225

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO

Fábio Friol Guedes de Paiva

Vitor Peixoto Klienchen de Maria
Giovani Barrera Torres
Guilherme Dognani
Renivaldo José dos Santos
Flávio Camargo Cabrera
Aldo Eloizo Job

DOI 10.22533/at.ed.87719030921

SOBRE O ORGANIZADOR.....	235
ÍNDICE REMISSIVO	236

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO

Fábio Friol Guedes de Paiva

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais, Presidente Prudente – São Paulo

Vitor Peixoto Kliench de Maria

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais, Presidente Prudente – São Paulo

Giovani Barrera Torres

Instituto Tecnológico Metropolitano, Faculdade de Artes e Humanas, Medellín – Colômbia

Guilherme Dognani

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais, Presidente Prudente – São Paulo

Renivaldo José dos Santos

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Experimental de Rosana - São Paulo

Flávio Camargo Cabrera

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Física, Presidente Prudente – São Paulo

Aldo Eloizo Job

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Física, Presidente Prudente – São Paulo

se a necessidade em desenvolver processos sustentáveis, bem como reduzir e reaproveitar os resíduos gerados pelo setor agroindustrial. Os biomateriais surgem como uma nova alternativa para geração de materiais ecológicos, de baixo custo e baixa densidade, tal como não derivados do petróleo. Neste contexto, foram desenvolvidos biocompósitos com a reutilização da fibra do bagaço da cana-de-açúcar *in natura* (FB) e tratada (FBT) em meio alcalino (10%*m* NaOH), incorporados em frações de 10 a 40 phr (*per hundred rubber*). O tratamento alcalino resultou em um aumento significativo das propriedades mecânicas dos materiais comparados aos não tratados, reduzindo em 20% a rigidez, aumentando em até 98% a resistência a tração e 80% o alongamento à ruptura dos biocompósitos com 40 phr de fibra do bagaço da cana-de-açúcar. Os resultados demonstraram a eficiência do tratamento alcalino na melhoria da interação física entre a fibra e a matriz polimérica.

PALAVRAS-CHAVE: Biocompósitos; vulcanização; borracha natural; resíduo industrial; bagaço da cana-de-açúcar.

ABSTRACT: In the last decades, the agricultural production increase has intensified the sustainable processes search, as well reducing and reusing the residues generated by the agroindustrial sector. Biomaterials arise as

RESUMO: Nas últimas décadas, com o aumento da produção agrícola, intensificou-

a new alternative for the generation of environmentally friendly materials, low-cost, low-density materials such as renewable products. In this context, biocomposites were developed reusing fiber of untreated and treated sugarcane bagasse in alkaline medium (10% m NaOH), incorporated in the natural rubber in the fractions from 10 to 40 phr (per hundred rubber). The Alkaline treatment showed a significant increase of the mechanical properties compared to the untreated samples, reducing the hardness 20% and, increasing tensile strength up to 98% and the elongation at break for 40 phr composite (treated). The results show the efficiency of the alkaline treatment improving the physical interaction between the fiber and the polymer matrix.

KEYWORDS: Biocomposites; vulcanization; natural rubber; industrial residue; sugarcane bagasse.

1 | INTRODUÇÃO

O bagaço da cana-de-açúcar é um resíduo orgânico gerado do processo produtivo do açúcar e álcool. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com safra em 2017/2018 de 633,26 milhões de toneladas, sendo estimado que a tonelada da cana-de-açúcar produzida gera aproximadamente 300 kg de bagaço (SILVA, 2017).

Devido ao fácil processamento, baixo custo e baixa densidade dos resíduos orgânicos, diversos autores Moubarik (2013); Light et al. (2016); Huang (2017); Cao (2006); Formela et al. (2016); Pongdong et al. (2016); Neto et al. (2016) vêm estudando a influência das fibras naturais nas propriedades mecânicas, térmicas e estruturais em matrizes poliméricas. No entanto, a natureza hidrofílica dos resíduos orgânicos, oriundos de grupos hidroxilas fortemente polarizadas, limita a adesão interfacial entre a carga e a matriz polimérica, que é normalmente hidrofóbica, resultando na perda de propriedade mecânica (WESTERLIND, 1988). Tratamentos superficiais com ácido sulfúrico, hidróxido de sódio e silano vem sendo estudados para neutralizar os grupos hidroxilas dos polímeros, aumentando a adesão interfacial (MOTAUG et al., 2015; HOSSAIN et al., 2014; BRAHMAKUMAR et al., 2005; ABDELMOULEH et al., 2007).

O presente estudo descreve um novo biocompósito a partir da reutilização da fibra do bagaço da cana-de-açúcar, um resíduo industrial encontrado em grandes quantidades, como reforço em matriz polimérica de borracha natural. O tratamento superficial das fibras por meio de hidróxido de sódio foi analisado, resultando em aumento do desempenho mecânico dos materiais produzidos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais Utilizados

O bagaço da cana-de-açúcar foi doado pela empresa *Clealco Açúcar e Álcool*

S.A, da cidade de Clementina- SP. IO bagaço foi primeiramente seco em estufa a 80 °C durante 24 h, foi então micronizado utilizando um *Micronizador Schilling* (modelo MC 250), para a redução das partículas de resíduo. Por fim o bagaço foi peneirado com auxílio de uma massa vibratória *Bertel* (Figura 1). O crepe claro brasileiro (CCB) foi a tipologia de borracha natural utilizada, doada pela *DLP Ind. e Com. de Borracha e Artefatos*, com viscosidade superior a 98. Para o tratamento alcalino, o hidróxido de sódio lentilhas PA foi adquirido da *Synth Comércio de reagentes e vidrarias*.



Figura 1: Bagaço da cana-de-açúcar obtida da indústria (a) e o bagaço da cana-de-açúcar micronizado (b).

2.2 Tratamento Alcalino

Adaptando o método utilizado por Sanchez et al. (2010), foi realizado um tratamento alcalino de 10%*m* de hidróxido de sódio (NaOH) com 1,0 grama de fibra imersa em cada 10 mL de solução por 24 horas a 25 °C e, posteriormente, o pH da solução foi ajustado e estabilizado por 1 hora com 2%*v* de ácido acético até atingir o pH de 7.0, promovendo a deslignificação da fibra (Figura 2). As fibras foram secas a 80 °C por 48 horas em estufa e peneirada para obtenção de material particulado de 170 *mesh* (0.088 mm de diâmetro).

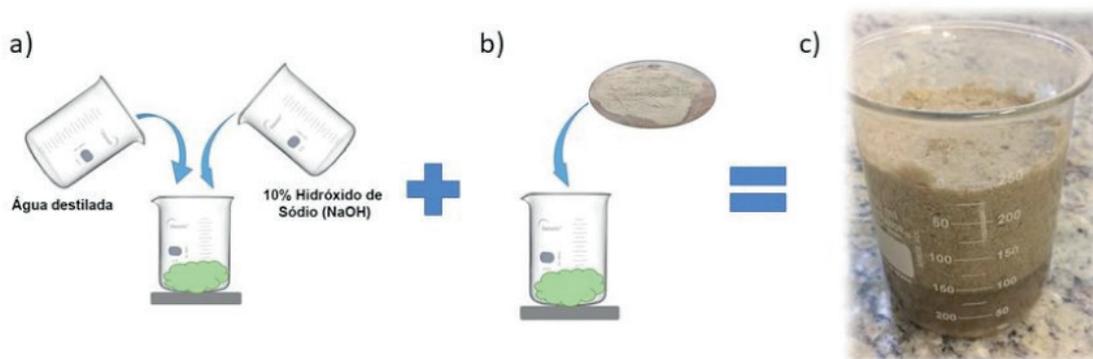


Figura 2: Procedimento do tratamento alcalino. (a) solução de NaOH 10%*m*, (b) adição do bagaço da cana-de-açúcar, (c) tratamento alcalino com as fibras do bagaço imersas em solução alcalina.

2.3 Preparação dos Compósitos

Os compósitos foram preparados através da incorporação do bagaço da cana-de-açúcar com e sem tratamento em matriz de borracha natural e em proporções de 10 a 40 phr. A mistura foi realizada em duas etapas em um cilindro aberto de rolos (*Makintec*, Modelo 379) com fricção de 1,0:1,25 com adição de aditivos ao longo das etapas. Na primeira etapa, foram incorporados óxido de zinco e ácido esteárico na borracha natural *in natura* até completa homogeneização. A mistura é deixada em descanso por 24 horas para permitir a formação de estearato de zinco, composição que age sinergicamente facilitando a ação dos aceleradores e enxofre no processo de reticulação entre cadeias (vulcanização). Na segunda etapa, foram adicionados óleo parafínico para melhorar a dispersão do resíduo, seguido pela adição do resíduo, antioxidante, aceleradores (TMTM e MBTS) e enxofre, em proporções listados na tabela 1.

Materiais	Formulação dos compósitos				
	BN	BN/FB ₁₀	BN/FB ₂₀	BN/FB ₃₀	BN/FB ₄₀
Borracha Natural (BN)	100	100	100	100	100
Ácido Esteárico	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Óxido de Zinco	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Óleo Parafínico	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Bagaço da cana-de-açúcar	0	10	20	30	40
Antioxidante	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
MBTS ^a	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
TMTM ^b	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Enxofre	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75

a Dissulfeto de dibenzotiazol-2-il

b Tetrameti Tiuram Monossulfeto

Tabela 1: Formulação dos compósitos de borracha natural com incorporação de bagaço de cana-de açúcar (phr).

2.4 Caracterização dos Materiais

A composição química do bagaço da cana-de-açúcar foi obtida pela análise de Fluorescência de Raios-X, pelo laboratório Bioagri Ambiental, em Piracicaba (SP). Os compósitos foram submetidos ao teste de dureza em Duromêtro *Kiltler*, em escala Shore A de acordo com a ASTM D 2240. Posteriormente, as amostras foram analisadas pela técnica de abrasão, a partir de um cilindro rotativo da *MAQTEST* – Autom. e Contr. Ind. Ltda., conforme a ASTM D 5963. Neste teste, as amostras foram submetidas a uma distância de atrito de 40 metros, correspondendo a 84 rotações do cilindro, sob uma força de 5 ± 2 N ($1,125 \pm 0,02$ lbf). O teste de tensão x deformação foi realizado em amostras cortadas em fôrmas do Tipo C, de acordo com a ASTM D 412 Método A, e realizadas em um equipamento da marca *EMIC* modelo DL 2000, a

500 mm / min e com célula de carga de 0,5 kN. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 2 é apresentada a composição química da fibra do bagaço da cana-de-açúcar. Dentre as composições inorgânicas do resíduo, destaca-se a alta concentração de SiO_2 (70,6%), entre outros óxidos. Essas concentrações variam conforme o solo da região e o método de coleta do bagaço (TEIXEIRA, 2008). No entanto, composições de P_2O_5 , SO_3 e Cl podem estar atribuídas a adubação utilizada e o tipo de solo, bem como os herbicidas aplicados.

Fluorescência de Raios-X	
Componente	Resultado (%)
SiO_2	70,6
Fe_2O_3	12,0
K_2O	6,8
CaO	4,3
TiO_2	1,4
SO_3	1,3
P_2O_5	1,1
Al_2O_3	1,0
Cr_2O_3	0,7
Cl	0,4
MnO	0,2
Outros	0,2

Tabela 2: Composição química do resíduo do bagaço da cana-de-açúcar analisado por fluorescência de raios-X.

Compostos com base em sílica (SiO_2), são muito utilizados em materiais poliméricos, sua incorporação é associada a boa interação entre carga-matriz, melhorando as propriedades mecânicas dos compósitos. Com a alta concentração de sílica na composição do bagaço de cana utilizado, este resíduo se torna uma carga alternativa com altas concentrações de agente facilitador de reticulação e conseqüentemente capaz de promover melhorias nas propriedades mecânicas do material final.

A tabela 3 mostra o tamanho médio de fibras antes e após o tratamento alcalino. O tratamento alcalino contribui para a redução do comprimento e diâmetro das fibras devido ao processo de deslignificação. Pode-se observar a diminuição do comprimento médio das fibras de 157 para 123 μm e diâmetro médio de 53,5 para 35,1 μm , reduzindo 22% e 34%, respectivamente. Este resultado pode estar atribuído ao tratamento alcalino agir na superfície das fibras, quebrando a lignina e hemicelulose presentes nas fibras orgânicas (KABIR, 2013). Além disso, a redução do

comprimento e diâmetro aumentou a razão comprimento/diâmetro, ampliando a área superficial efetiva disponível para contato com a matriz (JOSEPH, 1996). Portanto, esta característica permite maior transferência de tensão quando solicitado esforços mecânicos, podendo contribuir para o aumento das propriedades mecânicas dos compósitos.

Partículas	Comprimento Médio (μm)	Diâmetro Médio (μm)	Razão (Comp./Diâm.)
FB	157 \pm 42.2	53.5 \pm 10.1	2.93
FBT	123 \pm 26.3	35.1 \pm 8.3	3.51

Tabela 3: Comprimento médio, diâmetro médio e razão de aspecto das partículas de fibra do bagaço da cana-de-açúcar (FB) e fibras do bagaço da cana-de-açúcar tratadas (FBT).

As propriedades de abrasão podem ser observadas no Figura 3. Os resultados indicam um aumento crescente da perda por abrasão dos compósitos sem tratamento, isto é, redução da resistência abrasiva. A resistência apenas aumenta com a incorporação de 10 *phr* de bagaço tratado, podendo estar atribuído a melhor dispersão na matriz polimérica, bem como devido ao aumento da área de contato da fibra. No entanto, a incorporação de quantidades superiores a 10 *phr* de FBT reduz a resistência a abrasão, podendo estar associado ao ponto de saturação da adição de carga.

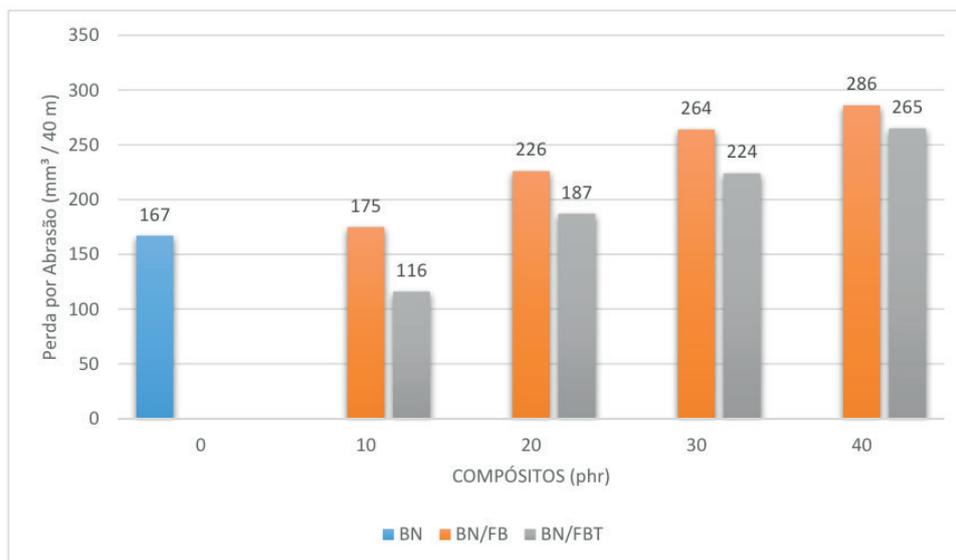


Figura 3: Perda por abrasão da borracha natural e dos compósitos com FB e FBT.

O tratamento alcalino causa um aumento menos acentuado da rigidez dos compósitos em relação aos compósitos com fibras não tratadas, conforme demonstrado na Figura 4. Isto pode estar associado a melhor interação e dispersão da carga na matriz polimérica, resultando em menores regiões de aglomerados, causando superfície e volumes menos irregulares, fatores que comprometem as propriedades mecânicas dos materiais.

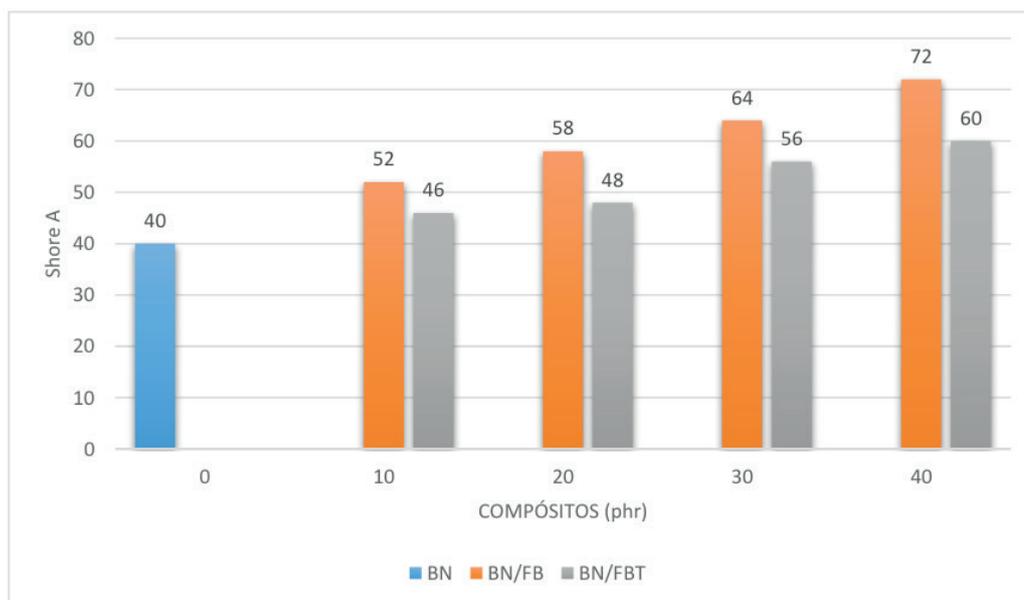


Figura 4: Dureza da borracha natural e dos compósitos com FB e FBT.

Nas propriedades de tensão e deformação os compósitos tratados obtiveram melhoria expressiva em relação aos não tratados (Figura 5). Para os compósitos com maior adição de carga (40 *phr*), a BN/FBT obteve 7.4 MPa de tensão de ruptura, enquanto a BN/FB reduziu para 3.7 MPa, resultando em um aumento de 98% das propriedades de tensão de ruptura para o bagaço tratado. Este comportamento está associado ao aumento da superfície de contato da fibra, que com maior adesão à matriz possibilita uma melhor transferência de tensão entre carga/matriz.

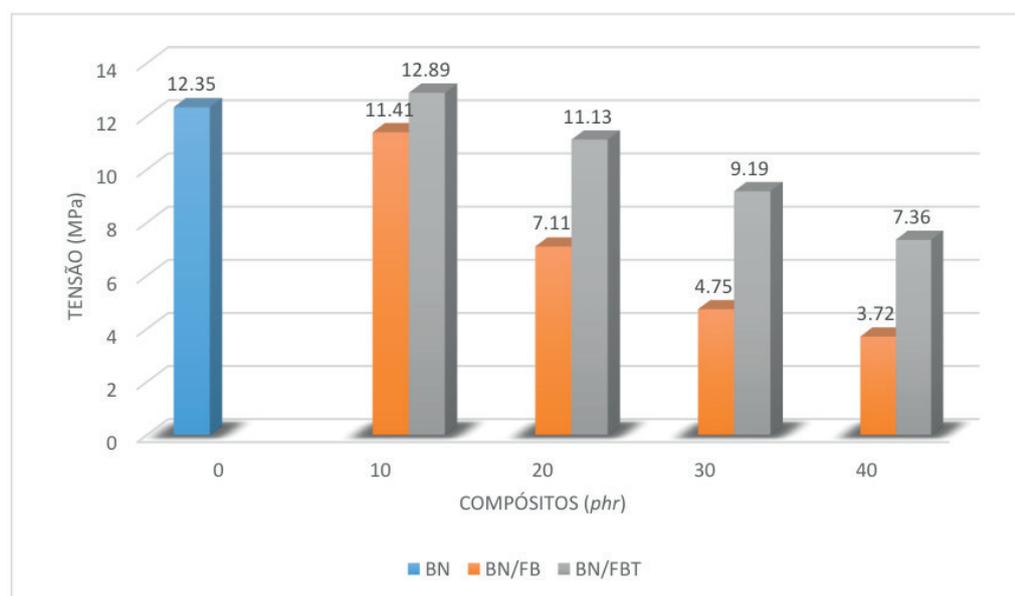


Figura 5: Tensão de ruptura da borracha natural e dos compósitos com FB e FBT.

Valores superiores de deformação das amostras são obtidas nos compósitos de até 30 *phr* de resíduo tratado (591,52%) em relação a borracha natural sem incorporação de resíduo (565%). Além disso, as amostras tratadas com 40 *phr* obtiveram valor 80%

superior às não tratadas, evidenciando a melhoria nas propriedades mecânicas dos compósitos por meio do tratamento alcalino proposto (Figura 6).

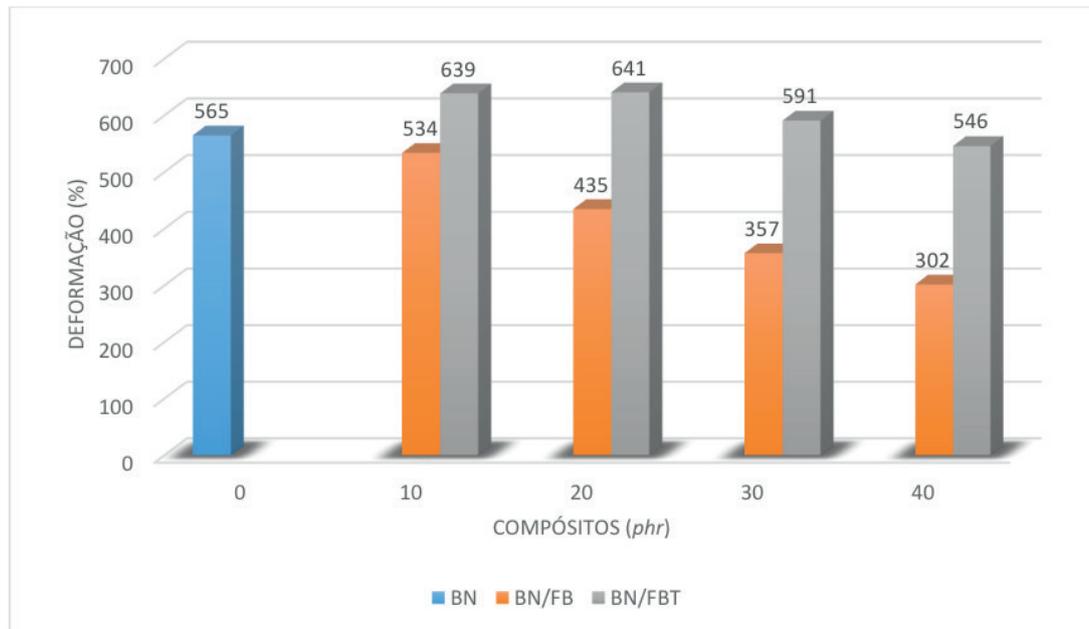


Figura 6: Deformação de ruptura da borracha natural e dos compósitos com FB e FBT.

As propriedades mecânicas são melhoradas devido a melhor aderência física entre a matriz polimérica e a carga, que é resultado de duas fases no compósito: a fase matriz e a fase particulada. A melhor adesão interfacial entre a carga e a matriz restringe a movimentação da fase matriz, que resulta na transferência de parte da tensão para o material particulado, precisando de maior energia para ocorrer o rompimento do compósito.

4 | CONCLUSÃO

As propriedades mecânicas dos compósitos reforçados com bagaço da cana-de-açúcar foram investigadas em função da incorporação de um resíduo industrial, o bagaço de cana de açúcar. Os compósitos foram testados utilizando o bagaço com e sem o tratamento alcalino. O material produzido com 10 *phr* de fibra tratada obteve os melhores resultados mecânicos. No entanto, o tratamento alcalino proporcionou em todos os compósitos produzidos (10, 20, 30 e 40 *phr*) um aumento nas propriedades mecânicas em relação aos compósitos com bagaço não tratado. Assim, o tratamento alcalino proposto neste trabalho mostrou-se eficiente para o tratamento de fibras de bagaço de cana-de-açúcar, tornando este resíduo uma alternativa promissora para a fabricação de compósitos de borracha natural, agregando valor ao resíduo utilizado.

REFERÊNCIAS

- ABDELMOULEH M. **Short natural-fibre reinforced polyethylene and natural rubber composites: effect of silane coupling agents and fibres loading.** *Composites science and technology*, v. 67, p. 1627-1639, 2007.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM). **"D 2240. Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness"**, (2010).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM). **"D 5963 Test Method for Rubber Property - Abrasion Resistance (Rotary Drum Abrader)"** (2010).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM). **"D 412 – 06^a. West Conshohocken"**, (2008).
- BRAHMAKUMAR, M. **Coconut fiber reinforced polyethylene composites: effect of natural waxy surface layer of the fiber on fiber / matrix interfacial bonding and strength of composites.** *Composites Science and technology*, v. 65, p. 563-569, 2005.
- CAO, Y. **Mechanical properties of biodegradable bagasse fiber composites reinforced with alkali before and after treatments.** *Composites Part A: Applied science and Manufacturing*, v. 37, p. 423-429, 2006.
- FORMELA, K., et al. **Processing and structure–property relationships of natural rubber/wheat bran biocomposites.** *Cellulose*, v. 23, n. 5, p. 3157-3175, 2016.
- HOSSAIN, M.K., et al. **Comparative mechanical and thermal study of chemically treated and untreated single sugarcane fiber bundle.** *Industrial Crops and Products*, v. 58, p. 78-90, 2014.
- HUANG, L. **Effects of preparation conditions on properties of rigid polyurethane foam composites based on liquefied bagasse and jute fiber.** *Polymer Testing*, v. 60, p. 266-273, 2017.
- JOSEPH, K. **Effect of chemical treatment on the tensile properties of short sisal fibre-reinforced polyethylene composites.** *Polymer*, v. 37, n. 23, p. 5139-5149, 1996.
- KABIR, M. M. **Tensile properties of chemically treated hemp fibres as reinforcement for composites.** *Composites Part B: Engineering*, v. 53, p. 362-368, 2013.
- LIGHT, S.M., et al. **Polypropylene composites reinforced with biodegraded sugarcane bagasse fibers: Static and dynamic mechanical properties.** *Materials Research*, v. 19, p. 75-83, 2016.
- MOTAUNG, T.E. **Effect of alkali and acid treatment on thermal degradation kinetics of sugar cane bagasse.** *Industrial Crops and Products*, v. 74, p. 472-477, 2015.
- MOUBARIK, A. **Structural and thermal characterization of Moroccan sugar cane bagasse and Their Applications cellulose fibers as a reinforcing agent in low density polyethylene.** *Composites Part B: Engineering*, v. 52, p. 233-238, 2013.
- NETO, W. P. F., et al. **Mechanical properties of natural rubber nanocomposites reinforced with high aspect ratio cellulose nanocrystals isolated from soy hulls.** *Carbohydrate polymers*, v. 153, p. 143-152, 2016.
- PONGDONG, W., et al. **Property correlations for dynamically cured rice husk ash filled epoxidized natural rubber/thermoplastic polyurethane blends: Influences of RHA loading.** *Polymer Testing*, v. 53, p. 245-256, 2016.
- SANCHEZ, E. **Unsaturated Polyester Resin Composite with Sugar Cane Bagasse: Influence of Treatment on the Fibers Properties.** *Polímeros*, v. 20, p. 194-200, 2010.

SILVA, D. C., et al. **Effect of the reaction medium on the immobilization of nutrients in hydrochars Obtained using sugarcane industry residues.** Bioresource Technology, v. 237, p. 213-221, 2017.

TEIXEIRA, S.R., et al. **Sugarcane bagasse ash as a potential replacement quartz in red ceramic.** Journal of the American Ceramic Society, v. 91, p. 1883-1887, 2008.

WESTERLIND, B.S. **Surface energy of untreated and surface-modified cellulose fibers.** Journal of Applied Polymer Science, v. 36, p. 523-534, 1988.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Argila aniônica 76
Astronomia 19, 20, 21, 23, 27, 28
Ativação ácida 88, 90

B

Biocompósitos 225

C

CCT 203, 209
Cerâmica dielétrica 203
Combustível 119
Compósitos poliméricos 155

D

Dissipação de calor 63

E

Eclipses 19, 20
Educação em tempo integral 29
Eletrofiação 9, 132
Embalagem 101, 106, 107
Ensino de matemática 29
Ergosterol 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129
Espectrofotometria 120, 125
Etanol 109, 114, 115, 118, 119, 184, 185, 187, 188, 191

F

Filmes 173, 174, 193
Filmes poliméricos 193
Formação de professores 41

G

Ganodermalucidum 130

M

Método Sol-Gel 144, 203, 205, 206
Modelagem 63

N

Nanofibras 134, 136

O

Oficina 14, 16, 18
Ondulação geoidal 6, 10, 11

Origami modular 29

P

Padrão 10, 51, 126

Perfilamento laser 1

Perovskita 203, 204, 205, 206, 209, 210, 211

Potenciação 51

Proporção 51, 61

S

Sabonetes 101

Semicondutor 143

Simulação computacional 63

Sohxlet 120, 121

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-587-7



9 788572 475877