

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 HIDROTALCITAS 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

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

Douglas Santos Silva

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM)

Belém – Pará

Igor dos Santos Gomes

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM)

Belém – Pará

Edil Silva de Vilhena

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM)

Belém – Pará

Edielson Silva de Vilhena

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM)

Belém – Pará

Rodrigo da Silva Magalhães Dias

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM)

Belém – Pará

Maurício Maia Ribeiro

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODENA)

Belém – Pará

Roberto Tetsuo Fujiyama

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODENA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM) e Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM)

Belém – Pará

RESUMO: O presente trabalho apresenta um estudo relacionado com material compósito reforçado com fibra de capim capeta, na qual é uma fibra natural. Realizou-se ensaio de tração nos compósitos reforçados com a referida fibra para diferentes comprimentos, sendo eles de 5, 10 e 15 mm, adicionados de modo descontínuo, seguindo a norma ASTM D 638M. Além de realizar um compósito unidirecional alinhado com a mesma fibra seguindo a norma ASTM D3039, para comparar resultados. Sendo assim, foi possível notar o comportamento do compósito com a fibra variando-se o comprimento do reforço introduzido na matriz para o ensaio de tração. Todavia, sua resistência mecânica apresentou crescimento proporcional ao crescimento das fibras, sendo os valores encontrados para o compósito reforçado com fibras descontínuas foram de 11,33 MPa, 12,10 MPa e 14,95 MPa, respectivamente, em ordem crescente ao tamanho das fibras, enquanto que os resultados para os corpos de prova reforçados com fibras unidirecionalmente alinhadas foram de 18,84 MPa, verificando o acréscimo de tensão máxima conforme o tamanho das fibras. A partir dos resultados obtidos pós o ensaio de tração, observou-se que o compósito reforçado com fibra de capim capeta tem um comportamento inferior de resistência à tração ao de outras fibras estudadas anteriormente por outros autores.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos poliméricos; fibras vegetais; propriedades mecânicas.

COMPOSITE MATERIALS OF POLYESTER MATRIX AND FIEND GRASS FIBER: TENSILE STRENGTH

ABSTRACT: The present work presents a study related to composite material reinforced with fiend grass fiber, in which it is a natural fiber. A tensile test was performed on the reinforced composites with the said fiber for different lengths, being 5, 10 and 15 mm added discontinuously, following the standard ASTM D 638M. In addition to making a unidirectional composite aligned with the same fiber following the standard ASTM D3039, to compare results. Thus, it was possible to note the behavior of the composite with the fiber by varying the length of the reinforcement introduced in the matrix for the tensile test. However, its mechanical strength presented growth proportional to the growth of the fibers, and the values found for the composite reinforced with discontinuous fibers were 11,33 MPa, 12,10 MPa and 14,95 MPa, respectively, in order of increasing size of the fibers, while the results for the reinforced specimens reinforced with unidirectionally aligned fibers were of 18,84 MPa, verifying the increase of maximum tension according to the size of the fibers. From the results obtained after the tensile test, it was observed that the composite reinforced with fiend grass fiber has a lower tensile strength behavior than other fibers previously studied by other authors.

KEYWORDS: Polymer composites; natural fibers; material mechanical properties.

1 | INTRODUÇÃO

A engenharia, como qualquer outra ciência, busca inovação para soluções de problemas atuais ou futuros. Além de sempre estar à procura de novos materiais, novas aplicações e reutilizações, pode-se dizer então que nada se cria, tudo se transforma e assim segue o objetivo da ciência.

Muitos são os estudos desenvolvidos utilizando fibras naturais como reforço de materiais compósitos, verifica-se na atualidade a grande demanda por materiais compósitos de alto desempenho que possuam propriedades estruturais fortes, rígidas e com baixo peso, além de serem ecologicamente satisfatórias para o meio.

Para produção de novas tecnologias com mais competitividade no mercado, se faz necessário a substituição de materiais tradicionais por novos materiais que envolvam características específicas como o custo de aquisição, a durabilidade, sua renovabilidade e biodegradabilidade, além de fácil conformação e propriedades mecânicas mínimas na engenharia.

As fibras naturais são biodegradáveis com os processos biológicos, térmicos, químicos, renováveis e geram materiais recicláveis. A utilização de fibras vegetais reforçando compósitos não é recente, e segue uma tendência global associado a

aspectos ecológicos e econômicos. Há também um aspecto social, uma vez que esses materiais são oriundos de regiões economicamente desfavorecidas (SILVA, 2003).

Na literatura há diversos autores que fabricaram material compósito polimérico reforçado por fibras alinhadas e ensaiado em conformidade com a norma ASTM D3039 e um comparativo destes é mostrado na Tabela 1.

Reforço	Fração Mássica (%)	Tensão Máxima (MPa)	Autores
Fibra de Bananeira S. Tomé	18,40	228,6 ± 37,71	Carvalho, 2013
Fibra de Curauá	19,56	272,6 ± 51,24	Carvalho, 2013
Fios de Juta	25,48	74,9 ± 14,08	Carvalho, 2013
Fibra de Palha da Costa	43,53	36,81 ± 1,98	Santos, 2013
Fibra de Sisal	54,88	80,48 ± 10,29	Lima, 2013
Fibra de Bambu	51,37	124,16 ± 14,07	Pereira, 2013

Tabela 1: Comparativo dos resultados de materiais compósitos produzidos na literatura.

As fibras naturais podem ser oriundas de diversas plantas, a que será enfatizada neste trabalho, trata-se de uma planta daninha, considerada praga em regiões do Pará, sendo conhecida por capim capeta, cujo nome científico é *Sporobolus indicus*.

Assim, este trabalho busca unir a utilização de fibras aos compósitos desenvolvendo os compósitos de fibras vegetais, sendo a fibra utilizada, de capim capeta, na sua forma aleatória e como alinhado, com o escopo de descobrir uma finalidade viável para esta fibra.

2 | MATERIAIS

2.1 Matriz

Ao longo do desenvolvimento do trabalho utilizou-se a resina de poliéster tereftálica insaturada e pré-acelerada, fabricada pela Royal Polímeros sob a denominação comercial de *Denverpoly 754*.

O agente de cura utilizado foi o peróxido de MEK (Butanox M-50), na proporção de 0,33% (v/v). Com esta proporção, Rodrigues (2008), obteve boas propriedades mecânicas em compósitos poliméricos reforçados por fibras naturais.

2.2 Fibra de capim capeta (*Sporobolus indicus*)

O gênero *Sporobolus* (*Poaceae Chloridoideae*) é constituído por aproximadamente 160 espécies de capins tropicais e subtropicais (QUATTROCCHI, 2006). No Brasil, esse gênero é representado por 28 espécies, dentre as quais se destaca *Sporobolus indicus*, espécie perene, integrada por duas variedades (*indicus* e *pyramidalis*), com distribuição em todo o território nacional (BOECHAT; LONGHI-WAGNER, 1995).

A *Sporobolus indicus* é considerada uma planta daninha de pastagens no Brasil e em outros países (LORENZI, 2000; QUATTROCCHI, 2006; KISSMANN, 1991), sendo uma planta indicadora de degradação de pastagens (DIAS-FILHO, 2011).

Em levantamento botânico de 1979, em pastos degradados, no nordeste (Paragominas) e sul (Santana do Araguaia) do estado do Pará, *Sporobolus indicus* não é listada como espécie frequente, embora presente em Santana do Araguaia (DANTAS; RODRIGUES, 1980). Da mesma forma, essa espécie não está incluída na relação, compilada em 1989, das plantas daninhas mais nocivas em pastagens plantadas da Amazônia (DIAS-FILHO, 1990).

As fibras deste trabalho foram obtidas a partir de retirada aleatória em uma área próxima ao laboratório de engenharia mecânica da UFPA, conforme Figura 1.



Figura 1: Fibra de capim capeta.

3 | MÉTODOS

3.1 Fabricação dos compósitos de fibras descontínuas

A fabricação dos corpos de prova iniciou com a seleção da fibra de capim capeta e a realização de cortes com medidas de 5, 10 e 15 mm; após isso, as amostras foram colocadas em estufa sob a temperatura média de 50 °C por cerca de 5 minutos, para a secagem do material, retirada da umidade para melhor aderência com a matriz. Em recipiente plástico, adicionou-se a resina de poliéster, logo após com o auxílio de um conta gota acrescentou-se o catalisador iniciando o primeiro processo de mistura durante 30 segundos. Após este tempo, misturou-se as fibras neste mesmo recipiente, dando continuidade ao processo de mistura por um período de 5 minutos.

A mistura a ser incorporada foi realizada da seguinte maneira: utilizou-se um recipiente plástico em que foi colocado sobre a balança digital de precisão, que foi utilizada para mensurar a resina, agente de cura e fibras individualmente. A mistura foi adicionada nos moldes de silicone, já que ele facilita o desmolde das peças não sendo necessária a utilização do desmoldante. Foi direcionada a um local onde ficou por cerca de 7 dias. Este período é necessário para que possa ocorrer o processo

de cura, que nada mais é do que a solidificação dos corpos de prova, o qual torna o material rígido, conforme Figura 2.

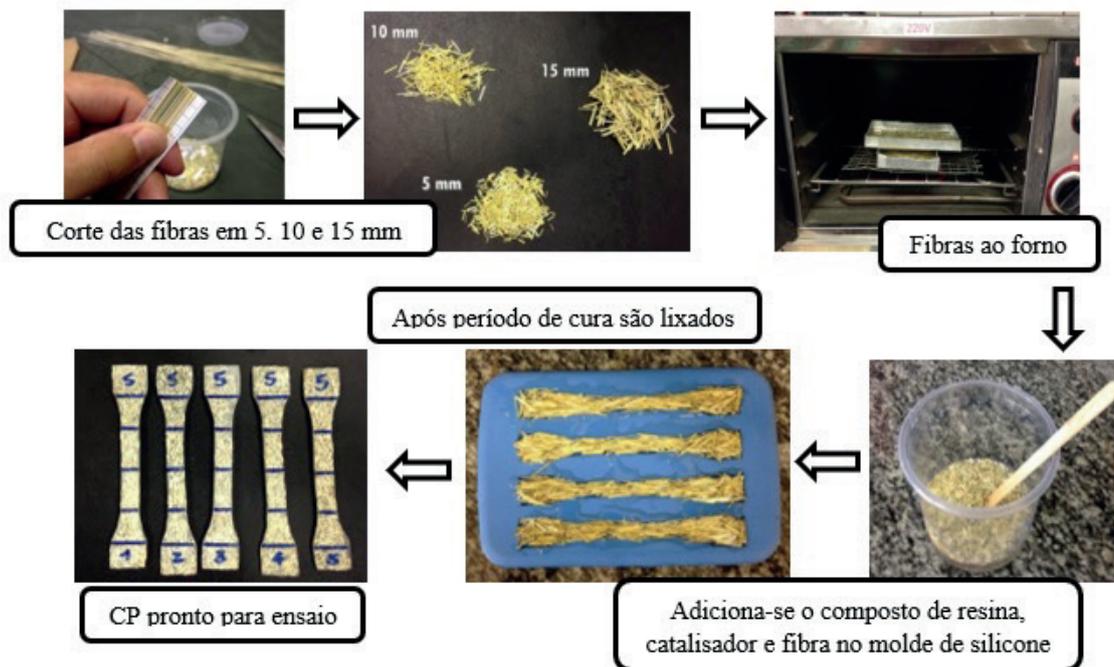


Figura 2: Fluxograma da fabricação de compósito reforçado com fibra de capim capeta.

Após a cura, os corpos de prova foram retirados dos moldes e direcionados à etapa de lixamento, por uma lixadeira elétrica, como mostra a Figura 3, para adquirirem dimensões e acabamentos pré-determinados.



Figura 3: Lixadeira Skill utilizada na etapa de lixamento do corpo de prova.

Passando por esses processos, os corpos de prova foram marcados seguindo a norma ASTM D 638M, cujos padrões dimensionais são de 150 mm de comprimento, 20 mm de largura e 3,2 mm de espessura.

Na Figura 4, tem-se os corpos de prova com reforços da fibra de capim capeta de 5, 10 e 15 mm devidamente marcados para realização do ensaio mecânico.

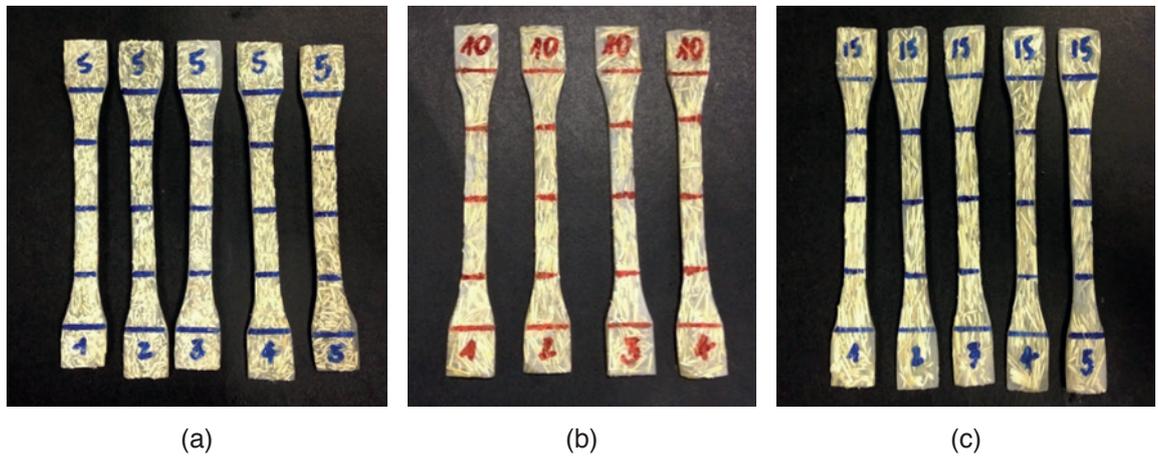


Figura 4: Corpos de prova reforçados por fibra de capim capeta de (a) 5, (b) 10 e (c) 15 mm.

3.2 Fabricação de compósito unidirecional alinhado

Realizou-se processo manual (*Hand Lay-up*), que consistiu em laminação de uma camada de reforço colocado em molde aberto e impregnado com resina. O percentual de fibra/resina foi ajustado à capacidade de molhabilidade da fibra, para a confecção da peça o mais resistente e leve possível, como mostra a Figura 5(a). A cura se deu em temperatura ambiente durante 24 h e após 7 dias, o laminado passou pelo processo de corte.

Os corpos de prova foram cortados em uma máquina de corte de mármore e granito marca D'Walt, fixada na bancada através de parafusos. A bancada foi desenvolvida exclusivamente para o corte e possui um dispositivo de ajuste de tamanho, para possibilitar o corte do compósito com larguras diferentes, conforme Figura 5(b).



(a)



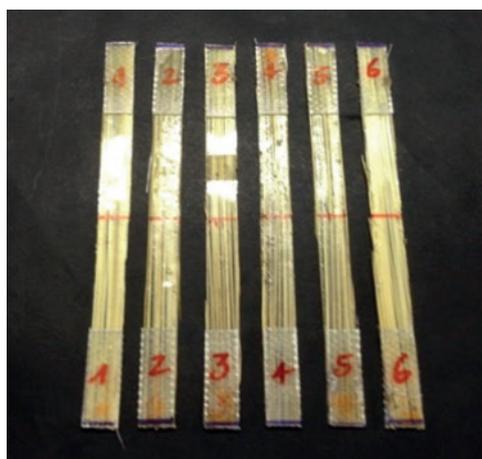
(b)

Figura 5: (a) Processo de fabricação de compósito unidirecional alinhado e (b) Máquina utilizada no corte.

Os corpos de prova foram cortados, conforme a norma ASTM D 3039, com as seguintes dimensões: 250 mm de comprimento por 15 mm de largura e espessura de 1 mm, área de útil de tração de 140 x 15 mm.

Para o ensaio de tração foram colocados tabs, obtidos a partir de laminados de vidro/epóxi, de modo a distribuir tensões por uma grande área e absorver energia quando fixados nos corpos de prova. A Figura 6(a) mostra os corpos de prova antes de levá-los ao ensaio de tração.

A máquina de ensaio utilizada foi AROTEC modelo WDW-100E com capacidade de 10 t, no campus IFPA Belém, com célula de carga de 5 kN e velocidade de ensaio de 2 mm/min e 5 mm/min, dentro da norma ASTM D3039 e ASTM D 638M, respectivamente. A Figura 6(b) mostra a máquina de ensaio de tração.



(a)



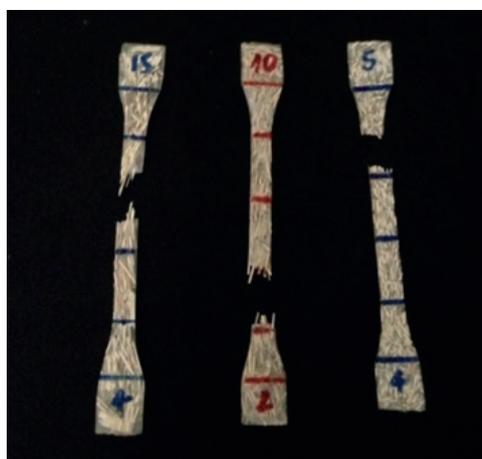
(b)

Figura 6: (a) Corpos de prova prontos para ensaio e (b) AROTEC modelo WDW-100E.

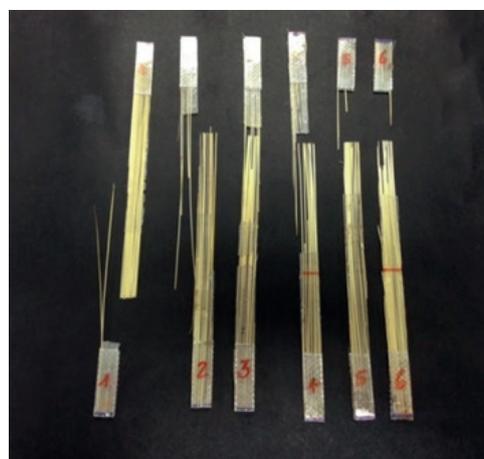
4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Propriedades Mecânicas

Os corpos de prova ensaiados são mostrados na Figura 7. Observa-se que a maioria quebrou no comprimento útil, com exceção de alguns que quebraram na garra.



(a)



(b)

Figura 7: Corpos de prova de (a) fibras descontínuas e (b) fibras alinhadas, submetidos ao ensaio de tração.

Por intermédio do ensaio de tração, obtiveram-se as propriedades mecânicas dos materiais compósitos, como força máxima, deslocamento, tensão máxima, deformação e módulo de elasticidade, mostradas na Tabela 2.

Propriedades dos Compósitos	5 mm	10 mm	15 mm	Alinhado
Força Máxima (N)	340 ± 13	380 ± 69,41	480 ± 92,40	570 ± 96,60
Deslocamento (mm)	1,18 ± 0,11	0,90 ± 0,20	1,68 ± 0,69	1,39 ± 0,22
Tensão Máxima (MPa)	11,33 ± 0,41	12,10 ± 1,16	14,95 ± 3,20	18,84 ± 2,01
Deformação (mm/mm)	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0
Módulo de Elasticidade (GPa)	1,22 ± 0,32	0,93 ± 0,17	1,07 ± 0,22	1,24 ± 0,34
Fração Mássica do Reforço (%)	9,83	8,58	7,89	-

Tabela 2: Resultados dos ensaios de tração dos compósitos.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que o compósito alinhado possui a maior resistência à tração, 18,84 MPa. Nos compósitos de fibras descontínuas de 5, 10 e 15 mm a resistência cai para 11,33, 12,10 e 14,95 MPa, respectivamente. Na Figura 8, tem-se o gráfico comparativo para estes resultados.

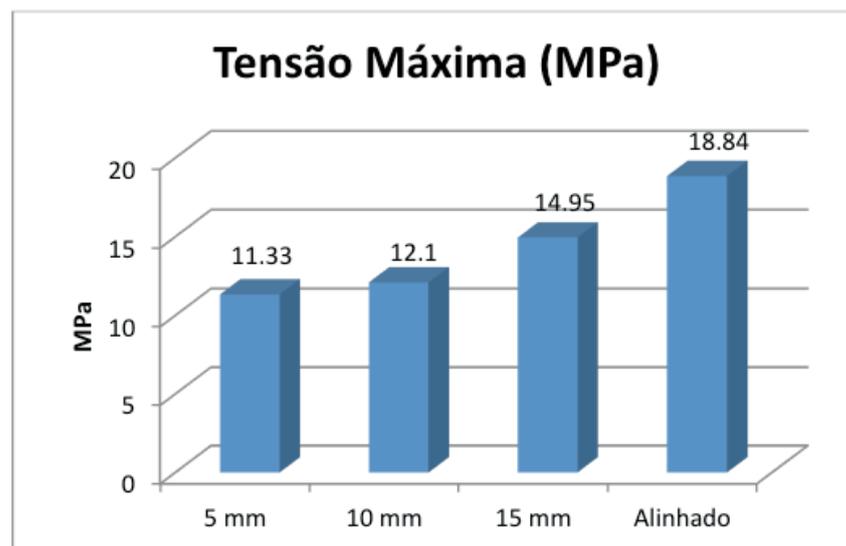


Figura 8: Gráfico comparativo entre tensão máxima e comprimento da fibra.

Segundo o gráfico mostrado na Figura 8, observa-se que a resistência à tração do compósito alinhado é superior em relação aos compósitos de fibras descontínuas, pois de acordo com a regra das misturas, o compósito com fibras contínuas e alinhadas na direção do carregamento, apresentará a maior resistência à tração. Além disso, Cavalcante (2009) mostrou que para fios longos e alinhados de juta, têm-se um maior contato entre a fibra e a matriz, fazendo com que os esforços de tração experimentados pelo compósito durante o ensaio, sejam mais facilmente transmitidos da matriz para a fibra, aumentando, assim, a resistência do material. Na Figura 9, tem-se as curvas características dos compósitos de fibras descontínuas de 5, 10 e 15 mm.

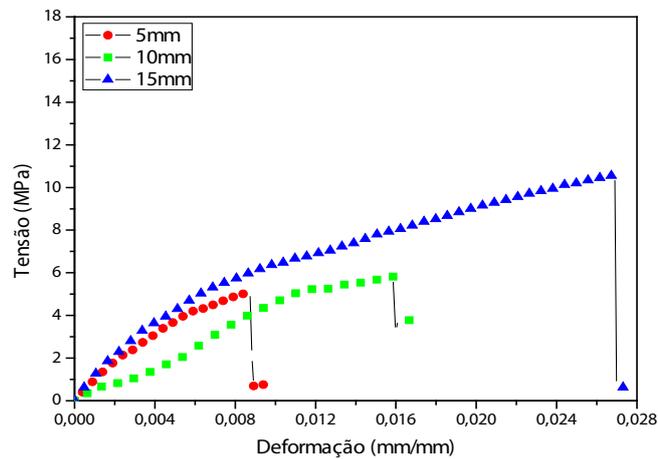


Figura 9: Curvas características da força versus deslocamento para os compósitos de fibras descontínuas de 5, 10 e 15 mm.

Os resultados podem evidenciar que, de acordo com RAZZERA (2006), as fibras de maior comprimento dispõem de uma maior área de contato com a superfície da matriz. E isso ocasiona uma melhor aderência na interface resina-reforço e que, portanto, promove uma melhor transferência de cargas da matriz para as fibras.

De acordo com HULL (1988), nos compósitos com as fibras menores, de 5 mm e 10 mm, há um número maior de fibras (descontinuidades) que podem atuar como concentradores de tensão diminuindo o desempenho do compósito e, que nesse caso, há indícios de que maiores concentrações de tensão na interface matriz reforço inferem negativamente nas propriedades mecânicas do compósito.

De acordo com os ensaios realizados, o compósito unidirecional alinhado apresentou a tensão média de 16,66 MPa quando ocorreu a ruptura, conforme mostra a Figura 10.

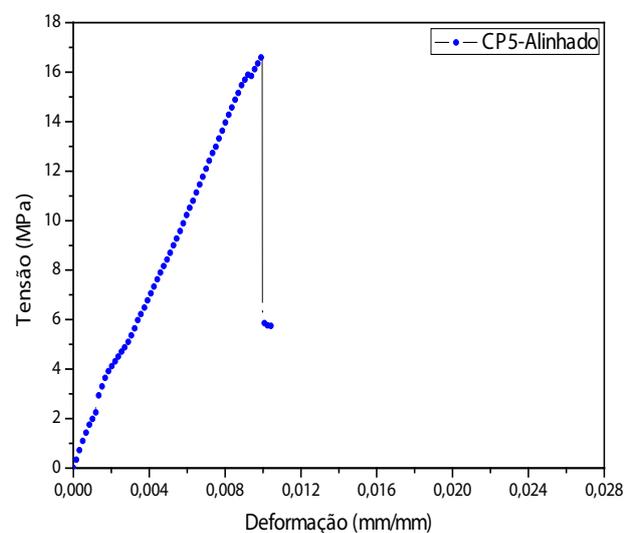


Figura 10: Curva característica da força versus deslocamento para o compósito unidirecional alinhado.

Analisando os resultados deste trabalho, pode-se fazer uma comparação dos resultados obtidos com os de outros trabalhos, teses e dissertações originadas de diversos autores que tiveram a mesma linha abordada nesse estudo.

Nota-se na Tabela 1 que a literatura possui autores, os quais obtiveram resultados, em comparação aos do presente trabalho, que são consideravelmente superiores, exceto ao do compósito polimérico reforçado pela fibra de palha da costa, cujo valor de resistência à tração foi 48,82% superior em comparação ao compósito polimérico unidirecional alinhado reforçado pela fibra de capim capeta. A falta de aderência entre a fibra de capim capeta e a matriz é o principal fator de redução na resistência à tração de compósitos com fibras contínuas e alinhadas.

Como se observa na Tabela 3 e como poderá ser visto nas Tabelas seguintes, 4 e 5, os compósitos fabricados com reforço da fibra de capim capeta apresentam menores valores de resistência à tração quando comparados a compósitos reforçados com outras fibras vegetais.

Reforço	Fração Mássica (%)	Resistência à Tração (MPa)	Autores
Fibra de Juta	11,75	23,66	Costa, 2014
Fibra de Malva	11,75	19,99	Costa, 2014
Fibra de Cipó Titica	6,73	19,99	Pereira, 2013
Fibra de Capim Dourado	10	13,61	Borges, 2015
Fibra de Capim Capeta	9,83	6,35	Esta Pesquisa

Tabela 3: Comparação entre compósitos poliméricos particulados de 5 mm.

Reforço	Fração Mássica (%)	Resistência à Tração (MPa)	Autores
Fibra de Juta	8,61	24,46	Costa, 2014
Fibra de Malva	8,61	20,34	Costa, 2014
Fibra de Cipó Titica	6,21	21,80	Pereira, 2013
Fibra de Capim Dourado	7,30	17,97	Borges, 2015
Fibra de Capim Capeta	8,58	6,42	Esta Pesquisa

Tabela 4: Comparação entre compósitos poliméricos particulados de 10 mm.

Reforço	Fração Mássica (%)	Resistência à Tração (MPa)	Autores
Fibra de Juta	5,94	18,31	Costa, 2014
Fibra de Malva	5,94	22,79	Costa, 2014
Fibra de Cipó Titica	4,73	25,95	Pereira, 2013
Fibra de Capim Dourado	5,53	20,66	Borges, 2015
Fibra de Capim Capeta	7,89	10,41	Esta Pesquisa

Tabela 5: Comparação entre compósitos poliméricos particulados de 15 mm.

De acordo com as informações da Tabela 3, 4 e 5 observa-se que os materiais

compósitos originados nesta pesquisa apresentaram propriedades mecânicas inferiores no que se refere ao limite de resistência à tração a outros compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais. É importante ressaltar que a diminuição do valor da resistência à tração dos compósitos pode ter ocorrido pela presença de defeitos na matriz e na própria fibra, visto que esta resistência na fibra é dependente da estrutura da fibra, pressão de aderência e derrapagem durante o teste de tensão e taxa de deformação.

5 | CONCLUSÃO

Ao analisar o desempenho mecânico em tração de material compósito de matriz poliéster reforçado com fibras de capim capeta (*Sporobolus indicus*) de 5, 10 e 15 mm observa-se que a resistência mecânica varia em função do comprimento das fibras no compósito. O comprimento de 15 mm alcançou resultados superiores de resistência à tração, carga e alongamento em relação às fibras de 5 e 10 mm. As fibras de 5 mm apresentaram os menores valores de resistência mecânica e os alinhados proporcionaram resultados superiores em relação ao material compósito de 5, 10 e 15 mm; quanto ao ensaio realizado com o corpo de prova alinhado notou-se que ele apresentou maior valor de tensão (MPa), porém o resultado não foi como o esperado.

Ao correlacionar o comprimento das fibras com as propriedades mecânicas do material produzido, constatou-se que quanto maior o comprimento das fibras, maior é a resistência à tração, isso se dá devido ao alinhamento do reforço dentro do molde, onde no comprimento de 5 mm muitas fibras se dispuseram transversalmente ao sentido de aplicação da carga no corpo de prova não cooperando para a resistência e provocando mecanismos de falha. No comprimento de 15 mm as fibras se distribuíram longitudinalmente no centro do corpo de prova coincidindo com o sentido de aplicação da carga e possibilitando uma maior resistência à tração.

Os materiais compósitos originados nesta pesquisa apresentaram propriedades mecânicas inferiores no que se refere ao limite de resistência à tração quando comparados a outros compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais, observa-se então a possibilidade de realizar algum tratamento químico na fibra para ganho de resistência, visto que em sua estrutura vegetal há presença de lignina que como um óleo impede a perfeita aderência da matriz à fibra.

6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Pará Campus Belém e ao apoio financeiro da CAPES, CNPq e Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará.

REFERÊNCIAS

- ASTM-D3039-D3039M-08 2008 “**Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials**”, West Conshohocken, PA, 2008.
- ASTM D 638 - 1989, “**Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic (metric)**”, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, 1989.
- BOECHAT, S. de C.; LONGHI-WAGNER, H. M. **O Gênero Sporobolus (Poacea: Chloridoidea) no Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v. 9, n. 1, p. 21-86, 1995.
- BORGES, A. R. P. **Caracterização de Materiais Compósitos de Matriz Poliéster com Reforço de Capim Dourado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará. Belém, 2015.
- CARVALHO, M. J. C. **Caracterização de materiais compósitos de matriz poliéster reforçada por fibras vegetais contínuas e alinhada**. Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Dissertação de Mestrado. Belém, 2013.
- CAVALCANTE, J. M. de F.; CARVALHO, L. H. **Estudo comparativo das propriedades mecânicas de compósitos pp/fios alinhados e contínuos de juta**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 10^o., 2009. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: 2009. p. 1-10. v. 1.
- DANTAS, M.; RODRIGUES, I. A. **Plantas Invasoras de Pastagens Cultivadas na Amazônia**. Belém, PA: 1980. 23 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa, 1).
- DIAS-FILHO, M. B. **Plantas Invasoras em Pastagens Cultivadas da Amazônia: Estratégias de Manejo e Controle**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1990. 103 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 52).
- DIAS-FILHO, M. B. **DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS: PROCESSOS, CAUSAS E ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO**. 4. ed. reimp. Belém, PA, 2011. 215 p.
- HULL, D. **An Introduction to Composite Material**. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- KISSMANN, K. G. **PLANTAS INFESTANTES E NOCIVAS**. São Paulo: BASF Brasileira, 1991. t. 1. 603 p.
- LIMA, F. V. M. **Poliéster reforçado por tecido de fibras de sisal e pelo híbrido de tecido de fibras de sisal e particulado de juta**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará. Belém, 2013. 54f.
- LORENZI, H. **PLANTAS DANINHAS DO BRASIL: TERRESTRES, AQUÁTICAS, PARASITAS E TÓXICAS**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.
- PEREIRA, V. M. **Material compósito de matriz poliéster reforçado por fibras alinhadas de bambu, fibras alinhadas de sisal e pelo híbrido de fibras alinhadas de bambu e sisal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará. Belém, 2013. 48f.
- QUATTROCCHI, U. **CRC World Dictionary of Grasses: Common Names, Scientific Names, Eponyms, Synonyms, and Etymology**. Boca Raton: CRC Press, 2006. 2383 p.
- RAZZERA, I.A.T. **Fibras Lignocelulósicas como Agente de Reforço de um Compósito de Matriz Fenólica e Lignofenólica**. 2006. 189f. Tese (Doutorado em Ciências Físico-Químicas). Instituto de

Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.

RODRIGUES, J. S. **Comportamento Mecânico de Material Compósito de Matriz Poliéster Reforçado por Sistema Híbrido de Fibras Naturais e Resíduos da Indústria Madeireira**. Belém 2008, 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SANTOS, R. M. C. **Materiais compósitos de matriz poliéster reforçados por tecido de palha da costa (*Raphia taedigera* Mart.) e pelo híbrido tecido de palha da costa e fibras curtas de sisal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará. Belém, 2013. 56f.

SILVA, R. V. **Compósito de Resina Poliuretano Derivada de Óleo de Mamona e Fibras Vegetais**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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