

Ciência e Engenharia de Materiais

4

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2018

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA

(Organizadora)

Ciência e Engenharia de Materiais

4

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant'Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

C569 Ciência e engenharia de materiais 4 [recurso eletrônico] / Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Ciência e Engenharia de Materiais; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-64-2

DOI 10.22533/at.ed.642182910

1. Engenharia. 2. Materiais I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.11

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Você já percebeu a importância dos materiais na sua vida diária? Os materiais estão provavelmente mais imersos na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Diferentes segmentos como habitação, saúde, transportes, segurança, informação/comunicação, vestuário, entre outros, são influenciados em maior ou menor grau pelos materiais.

De fato a utilização dos materiais sempre foi tão importante que os períodos antigos eram denominados de acordo com os materiais utilizados pela sociedade primitiva, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro, etc.

A humanidade está em constante evolução, e os materiais não são exceções. Com o avanço da ciência e da tecnologia a cada dia surgem novos materiais com características específicas que permitem aplicações pormenorizadas e inovação nas mais diferentes áreas.

Todos os dias centenas de pesquisadores estão atentos ao desenvolvimento de novos materiais e ao aprimoramento dos existentes de forma a integrá-los em tecnologias de manufatura economicamente eficientes e ecologicamente seguras.

Estamos entrando em uma nova era caracterizada por novos materiais que podem tornar o futuro mais fácil, seguro e sustentável. O campo da Ciência e Engenharia de Materiais aplicada está seguindo por novos caminhos. A iminente escassez de recursos está exigindo inovações e ideias criativas.

Nesse sentido, este livro evidencia a importância da Ciência e Engenharia de Materiais, apresentando uma coletânea de trabalhos, composta por quatro volumes, que permitem conhecer mais profundamente os diferentes materiais, mediante um exame das relações entre a sua estrutura, as suas propriedades e o seu processamento.

Considerando que a utilização de materiais e os projetos de engenharia mudam continuamente e que o ritmo desta mudança se acelera, não há como prever os avanços de longo prazo nesta área. A busca por novos materiais prossegue continuamente...

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO COMPARATIVO DA ABSORÇÃO DE UMIDADE ENTRE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS HÍBRIDOS REFORÇADOS COM TECIDOS DE ALTO DESEMPENHO	
<i>Helen Fernandes de Sousa</i>	
<i>Eval Oliveira Miranda Junior</i>	
<i>Ana Claudia Rangel da Conceição</i>	
<i>Victor Antunes Silva Barbosa</i>	
<i>Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto</i>	
<i>Mirtânia Antunes Leão</i>	
CAPÍTULO 2	15
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS REFORÇADOS COM TECIDO HÍBRIDO DE KEVLAR-CARBONO: INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE UMIDADE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS	
<i>Eval Oliveira Miranda Junior</i>	
<i>Helen Fernandes de Sousa</i>	
<i>Ana Claudia Rangel da Conceição</i>	
<i>Victor Antunes Silva Barbosa</i>	
<i>Olímpio Baldoino da Costa Vargens Neto</i>	
<i>Mirtânia Antunes Leão</i>	
CAPÍTULO 3	25
FRICTION AND WEAR OF NANOCOMPOSITES POLYSTYRENE / KAOLINITE	
<i>José Costa de Macêdo Neto</i>	
<i>Ana Emília Guedes</i>	
<i>Nayra Reis do Nascimento</i>	
<i>João Evangelista Neto</i>	
<i>Waldeir Silva Dias</i>	
<i>Bruno Mello de Freitas</i>	
<i>Solenise Pinto Rodrigues Kimura</i>	
<i>Eduardo Rafael Barreda</i>	
CAPÍTULO 4	33
INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE CAULIM E DE AGENTE COMPATIBILIZANTE NO ÍNDICE DE FLUIDEZ DE COMPÓSITOS PEAD/CAULIM	
<i>Márcio Alves de Lima</i>	
<i>Gilmara Brandão Pereira</i>	
<i>Ezequiel de Andrade Silva</i>	
<i>Cirlene Fourquet Bandeira</i>	
<i>Roberto de Oliveira Magnago</i>	
<i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
CAPÍTULO 5	40
ESTUDO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL EM LAMINADOS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS	
<i>Sérgio Renan Lopes Tinô</i>	
<i>Ana Claudia de Melo Caldas Batista</i>	
<i>Raphael Siqueira Fontes</i>	
<i>Eve Maria Freire de Aquino</i>	
CAPÍTULO 6	48
ANÁLISE MECÂNICA DE ESTRUTURAS SANDUÍCHES COM DIFERENTES NÚCLEOS	
<i>Vanessa Cristina Da Costa Oliveira</i>	
<i>Vanessa Maria Yae Do Rosário Taketa</i>	
<i>Carmen Gilda Barroso Tavares Dias</i>	

CAPÍTULO 7 58

MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS POR FIBRAS DE ALGODÃO CONTÍNUAS E ALINHADAS

César Tadeu Nasser Medeiros Branco
Wassim Raja El Banna
Deibson Silva da Costa
Roberto Tetsuo Fujiyama

CAPÍTULO 8 66

COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL E RESÍDUO DE COURO APLICADO COMO ISOLANTE TÉRMICO DE EDIFÍCIOS

Maria Alessandra Bacaro Boscoli
Fernando Sérgio Okimoto
Saulo Guths
Guilherme Dognani
Eduardo Roque Budemberg
Ado Eloizo Job

CAPÍTULO 9 82

ANÁLISE COMPARATIVA DE UM MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIMÉRICA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRA DE PIAÇAVA DO AMAZONAS.

Waldeir Silva Dias
Bruno Mello de Freitas
José Costa de Macedo Neto
Guilherme Moreira dos Santos
Solenise Pinto Rodrigues Kimura
Sarah Elisa Medeiros
João Christian Paixão Fonseca

CAPÍTULO 10 92

ANALYSIS OF THE STIFFNESS OF DOWEL LAMINATED TIMBER (DLT) PANELS MADE WITH LAMELLAS OF PINUS TAEDA AND ELLIOTTII WITH DOWELS OF PELTOGYNE SPP., LEGUMINOSAE

Marcos Cesar de Moraes Pereira
Carlito Calil Junior

CAPÍTULO 11 98

NANOCOMPÓSITO DE POLÍMERO VERDE: COMPORTAMENTO MECÂNICO E DE INFLAMABILIDADE

Felippe Fabrício dos Santos Siqueira
Renato Lemos Cosse
Joyce Batista Azevedo
Tatianny Soares Alves
Renata Barbosa

CAPÍTULO 12 108

DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS DE POLIPROPILENO/ARGILA BENTONÍTICA ORGANOFÍLICA

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira
Marisa Cristina Guimarães Rocha
Joaquim Teixeira de Assis
Jessica Verly
Ana Lúcia Nazareth da Silva
Luiz Carlos Bertolino

CAPÍTULO 13 123

COMPATIBILIZAÇÃO E EFEITO DA DEGRADAÇÃO TERMO-HIDROLÍTICA EM BLENDS PS/PCL

Danilo Diniz Siqueira
Dayanne Diniz de Souza Moraes

Rodolfo da Silva Barbosa Ferreira
Edcleide Maria Araújo
Danielly Campos França
Elieber Barros Barbosa
Amanda Dantas Oliveira

CAPÍTULO 14..... 139

MEMBRANAS DE FIBRA OCA DE CARBETO DE SILÍCIO: OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Sandriely Sonaly Lima Oliveira
Rodolfo da Silva Barbosa Ferreira
Bruna Aline Araújo
Keila Machado de Medeiros
Hélio de Lucena Lira
Edcleide Maria Araújo

CAPÍTULO 15..... 150

OBTENÇÃO DE NANOFIBRAS DE SÍLICA PELO MÉTODO SBS E INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DE SUA APLICAÇÃO COMO CARGA EM MATRIZ POLIMÉRICA

Edvânia Trajano Teófilo
Gabriel Lucena de Oliveira
Radamés da Silva Teixeira
Francisco Diassis Cavalcante da Silva
Rosiane Maria da Costa Farias
Romualdo Rodrigues Menezes

CAPÍTULO 16..... 161

SINERGISMO ENTRE AS PROPRIEDADES ÓPTICAS E FOTOCATALÍTICAS DE FIBRAS DOS ÓXIDOS DE TITÂNIO E TUNGSTÊNIO

Luana Góes Soares da Silva
Annelise Kopp Alves

CAPÍTULO 17..... 177

ADSORÇÃO DO POLI (3-OCTILTIOFENO) EM ÓXIDO DE ZINCO PARA USO EM CÉLULAS SOLARES

Guilherme Arielo Rodrigues Maia
Guilherme José Turcatel Alves
Bianca Vanjura Dias
Gideã Taques Tractz
Leticia Fernanda Gonçalves Larsson
Everson do Prado Banczek
Sandra Regina Masetto Antunes
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

SOBRE A ORGANIZADORA..... 186

ANÁLISE COMPARATIVA DE UM MATERIAL COMPÓSITO DE MATRIZ POLIMÉRICA COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRA DE PIAÇAVA DO AMAZONAS.

Waldeir Silva Dias

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

Bruno Mello de Freitas

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

José Costa de Macedo Neto

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

Guilherme Moreira dos Santos

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

Solenise Pinto Rodrigues Kimura

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

Sarah Elisa Medeiros

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

João Christian Paixão Fonseca

Universidade do Estado do Amazonas/ EST-
Departamento de engenharia de materiais
Manaus- AM

tem concentrado esforços para a busca de materiais que apresentem propriedades aperfeiçoadas em relação às apresentadas por materiais convencionais. O processamento dos compósitos de matriz polimérica juntamente com as fibras da Piaçava está ligado ao fato do aproveitamento integral dos resíduos da fibra e pela substituição de materiais mais prejudiciais ao meio ambiente como as fibras sintéticas, fato que pode gerar um possível investimento na região gerando assim um desenvolvimento para a mesma. O trabalho analisou as propriedades físico-mecânicas através da termogravimetria (TGA) na fibra, análise química da fibra e ensaio de tração no compósito polimérico utilizando poliéster, como matriz, e fibras de Piaçava da Amazônia (Leopoldina Piassaba) variando 0, 5, 10 e 15% em fração volumétrica. Observou-se que quando se acrescenta essas proporções de fibra há uma redução na resistência à tração e no módulo de elasticidade do compósito.

PALAVRAS-CHAVE: Material compósito; Propriedades mecânicas; Piaçava do Amazonas, Resistência a tração.

ABSTRACT: The area of composite materials has focused efforts in the search for materials that have improved properties compared to those presented by conventional materials. The processing of polymer matrix composites with fibers of Piaçava linked to the fact that the full

RESUMO: A área de Materiais compósitos

use of fiber waste and the substitution of more harmful materials to the environment as synthetic fibers, which can generate a possible investment in generating region development for the same. The article seeks to analyze the physical and mechanical properties by tensile test and study the microstructure to analyze the connection between the phases of a polymeric composite producing specimens using polyester as matrix, and Amazon Piaçava fiber (*Leopoldina piassaba*) ranging 5, 10 and 15% by volume fraction of fiber in its composition, thereby exposing the main physical characteristics of polymer matrix composite reinforced with natural Amazon fiber.

KEYWORDS: composite material; Amazon fiber; Mechanical properties; Piaçava Amazon reinforced polymer fiber.

1 | INTRODUÇÃO

O conceito de novo material aplica-se não só àqueles de grande sofisticação tecnológica, mas também a outros com impacto sobre as atuais necessidades da sociedade, como a preservação do meio ambiente. Os materiais recicláveis e biodegradáveis, à base de fibras naturais, que não eram tão importantes no passado tornam-se decisivos atualmente na engenharia de novos materiais (CAMPANA, 1997).

A Piaçava é uma fibra natural extraída de palmeiras e no Brasil é explorada desde o período colonial e o estado da Bahia é responsável por 95% do total da produção nacional. A exploração das piaçaveiras na Bahia, Amazonas e Pará é uma atividade puramente extrativista, por isso existe a necessidade de um manejo racional para que sua sobrevivência seja garantida (CAMPANA, 1997).

A análise da composição química, as características estruturais e as propriedades mecânicas da fibra de Piaçava foram estudadas por D'almeida et al. (2006) onde os resultados dos testes de tração mostraram uma tensão de ruptura de $133 \pm 13,5$ MPa e, dependendo da distância entre as garras da máquina de teste, o Módulo de Elasticidade (MOE) variou entre 1,07 e 4,59 GPa. Após a correção dos erros oriundos da máquina o MOE foi de 6,2 GPa.

O comportamento mecânico de compósitos de matriz epóxi reforçados com fibras de Piaçava e também, com e sem tratamento com NaOH foram fabricados variando a percentagem volumétrica de fibra de 10 a 40 % (limite este levantado pelos autores como sendo o limite máximo de fibra que se pode incorporar ao compósito para que o mesmo fique praticamente livre de defeitos e uniforme). Um tratamento foi realizado a uma solução aquosa com 10% de NaOH por 1 hora e outro com 0,1% de NaOH por 1 minuto. As frações de 10% de fibra não provocaram efeitos no reforço dos materiais compósitos e as frações maiores, como a de 40%, provocou melhor resultado na resistência do compósito (NASCIMENTO, 2012).

Há uma importância grande em se conhecer quimicamente o material com que se quer trabalhar, pois esse fator é primordial na discussão de resultados. O Método

de Van Soest é muito utilizado na caracterização de fibras, apresenta vantagens em relação a outros, em virtude de sua maior precisão. Este método é baseado na separação das diversas frações constituintes da fibra, por meio de reagentes específicos, denominados detergentes (VAN, 1968).

Para melhorar a adesão entre a fibra e a matriz, uma das alternativas é modificar química ou fisicamente as fibras antes da incorporação à matriz polimérica. Tratamentos químicos, tais como o tratamento de Branqueamento, os quais removem as impurezas superficiais, induzem a uma superfície rugosa das fibras, melhorando a adesão com a matriz e, conseqüentemente, as propriedades mecânicas do compósito (CORRADINI, 2006; MATTOSO, 1997). A adesão inadequada entre as fases envolvidas na interface poderá provocar o início de falhas, comprometendo o desempenho do compósito (LI, 2000; MARTINS, 2003). O branqueamento das fibras tratadas com NaOH e submetida ao tratamento com peróxido alcalino (branqueada) mostrou que grande parte destes componentes foram removidos, houve melhora da adesão da fibra na matriz e uma melhora de 145% na resistência à tração da fibra (KALIA, 2009).

A análise Termogravimétrica (TGA) é utilizada para verificar o comportamento da fibra em relação à temperatura em um determinado espaço de tempo. Aquino et al. (2000) analisaram através da TGA o comportamento da Piaçava oriunda da Bahia, onde ocorreu uma pequena perda de peso da amostra entre 75 e 85°C, e o início da degradação térmica da fibra após 225°C. A pequena perda de peso de aproximadamente 5,18% foi atribuída à presença de água na forma combinada ou à umidade absorvida.

Sendo assim, esse projeto visou analisar de forma comparativa a resistência do material compósito de matriz polimérica com diferentes proporções de fibra da Piaçava, verificando assim, as diferentes propriedades mecânicas do material de acordo com as proporções de fibra.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

As fibras de Piaçava da Amazônia com comprimento variando de 20 a 30 cm foram obtidas através de um produtor de vassouras, Figura 1(a), no município de Barcelos do estado do Amazonas-AM. O único tratamento que sofrem é o penteamento, Figura 1(b).



(A)



(B)

Figura 1- Fibras de Piçava in natura no ponto de coleta (A); fibras de Piçava penteada (B).

A Resina poliéster insaturada ortoftálica e o iniciador de reação Peróxido de Benzoila foram obtidas na empresa Pool postes, localizada no município de Iranduba-AM.

Para o teste de tração foi utilizada uma máquina de ensaio universal INSTRON modelo 5582. A Termogravimetria (TGA) foi realizada em um equipamento Shimadzu TGA-50. Os reagentes empregados para os diferentes tratamentos das fibras foram: solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2 16% (v/v)) e solução de hidróxido de sódio (NaOH 5 wt. (%)).

Métodos

Para determinação do teor de celulose e lignina foi utilizado o método de Van Soest, um dos vários métodos utilizados para esta determinação em vegetais (VAN, 1968).

A termogravimetria (TG/DTG) foi realizada com fluxo de nitrogênio de 20 mL/min, razão de aquecimento de 10°C/min, e faixa de temperatura ambiente 25°C até 700°C.

O branqueamento das fibras de Piçava foi realizado de acordo com [9] e deu-se em duas etapas: 1) Tratamento alcalino (NaOH) Aproximadamente 20 g da fibra contínua foram colocados em um béquer contendo 400 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH 5%) à temperatura de 90°C. O sistema permaneceu sob constante agitação por 60 minutos. Após o resfriamento à temperatura ambiente, procedeu-se a filtração sob vácuo. O material sólido retido foi lavado com água destilada até que esta atingisse o pH neutro. A fibra foi seca em estufa com circulação de ar a 50 °C até massa constante. 2) Branqueamento com solução de peróxido alcalino, aproximadamente

10 g da fibra tratada com NaOH foram colocados em uma mistura de peróxido de hidrogênio (H₂O₂ 16%) e hidróxido de sódio (NaOH 5%) à temperatura de 55 °C. O sistema permaneceu sob constante agitação por 90 minutos. Após o resfriamento à temperatura ambiente procedeu-se a filtração sob vácuo lavando-se o material com água destilada até que esta atingisse a neutralidade. A fibra foi seca em estufa com circulação de ar a 50 °C até massa constante.

Na Figura 2 estão expostos os aspectos das fibras de Piaçava durante o branqueamento, sendo Fig. 2 (A) sem nenhum tratamento químico, (B) com o tratamento de mercerização e (C) com peróxido alcalino.



Figura 2- Fibras de Piaçava sem o tratamento (A), mercerizada (B) e tratada com peróxido alcalino (C), respectivamente.

Preparação dos corpos de prova:

Os corpos de prova foram preparados vertendo-se a resina poliéster sobre as fibras dispostas no molde pelo método de gravidade. Foram fabricados um total de 20 corpos de prova, com fração de fibras variando entre 0% Fig. 3(A), 5% Fig. 3(B), 10% Fig. 3(C) e 15% Fig. 3(D) em fração volumétrica, sendo as fibras dispostas com orientação unidirecional.

A quantidade de fibras no compósito foi calculada de acordo com a densidade, determinada através da Equação (A) (AQUINO, 2000):

$$\rho = P/V(A)$$

Onde:

- ρ = densidade (g/cm³).

-P= peso do corpo de prova após cura (g).

-V= volume do corpo de prova após cura (cm³).

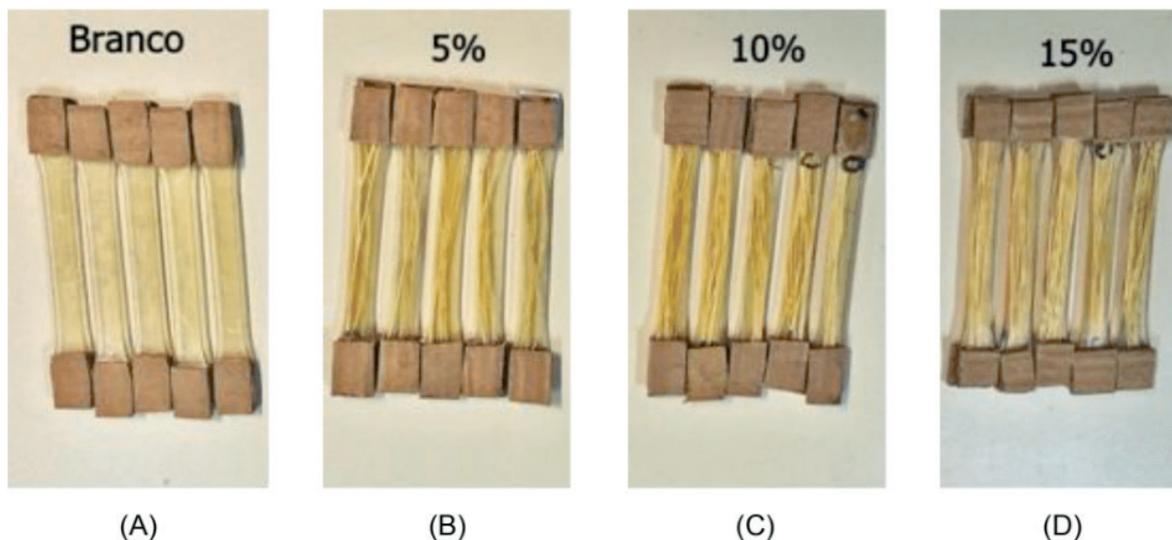


Figura 3- Corpos de prova com as variações de fibras. (A)- 0%, (B)- 5%, (C)- 10% e (D)-15% de fibras.

O ensaio mecânico foi realizado seguindo as normas ASTM D638, em uma máquina universal de ensaio da marca INSTRON, com célula de carga de 5 kN, a uma velocidade de 1mm/min. e garra de fixação.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química da fibra de Piaçava do Amazonas mostra resultados singulares, Tabela 1. O teor de fibra apresentou 86.53%. A celulose com 26.05% obteve porcentagens inferiores a outras fibras, quando comparadas com Faruk et al. (2012), o que pode afetar na resistência a tração paralela das fibras. Já referente a porcentagem de lignina (60.16%), a Piaçava do Amazonas possui uma grande quantidade frente às outras fibras conforme Faruk et al. (2012) que está relacionada parcialmente por sua resistência à compressão.

Espécie	Componentes fundamentais			
	Teor de Fibra (%)	Celulose (%)	Hemicelulose (%)	Lignina (%)
Piaçava do Amazonas (<i>Leopoldina piassaba</i>) (Próprio autor)	86.53	26.05	-	60.16
Bagaço de cana (TOMCZAK, 2007).	-	52.2	16.8	25.3
Juta (TOMCZAK, 2007).	-	61-71	14-20	12-13
Curauá (TOMCZAK, 2007).	-	73.6	9.9	7.5
Sisal (TOMCZAK, 2007).	-	65	12	9.9

Tabela 1- Composição química da fibra de Piaçava.

Mesmo com a resina poliéster não necessitando de altas temperaturas para a conformação, é importante conhecer o comportamento da fibra em relação à temperatura, pois a mesma passou por um tratamento que submete a mesma a certas temperaturas. A Figura 4 apresenta as curvas da análise termogravimétrica (TGA). Podem-se observar as perdas de massa relativas ao processo de degradação da fibra de Piaçava através da pirólise dos seus constituintes principais (hemicelulose, celulose e lignina) (SANTOS, 2002). Observa-se na análise do gráfico, que entre 30 e 130°C, há uma primeira queda de 10% de massa referente ao percentual de umidade presente na fibra. A degradação térmica da fibra inicia-se próxima da temperatura de 230°C e continua caindo rapidamente até 410°C, aproximadamente. Nesse intervalo a fibra diminui cerca de 40% de sua massa.

Na curva DTG em termos de dependência da temperatura, existe um evento inicial, com vale a cerca de 60°C, que podem ser associados com a liberação de água relacionados à umidade absorvida pelas fibras de Piaçava. As perdas mais elevadas de porcentagem de massa ocorrem em torno de 375°C, associados com a maior perda de massa por TGA a uma temperatura entre 230 a 410°C podendo ser atribuída à degradação térmica da estrutura lignocelulósica das fibras. De fato, as reações de degradação de fibras de Curauá foram encontradas aproximadamente na mesma faixa de temperatura, entre 220 a 350°C como visto por (TOMCZAK, 2007).

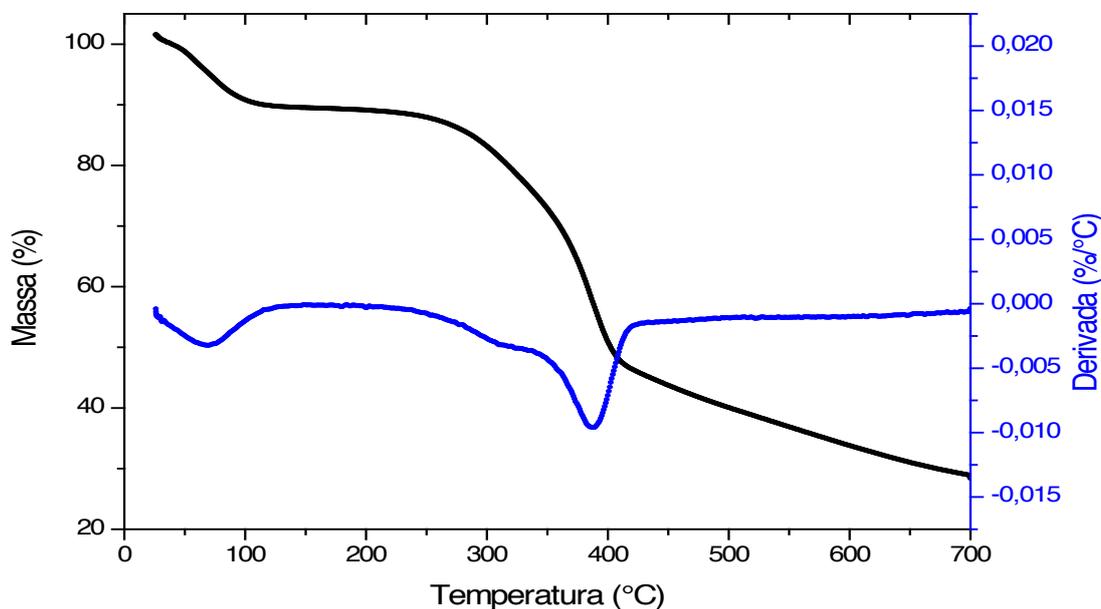


Figura 4- Gráfico da termogravimetria da fibra.

Analisando a Tabela 2, os ensaios de tração das amostras não apresentaram reforço com a adição de nenhuma das porcentagens de fibras em relação à resistência dos corpos de prova sem fibras. Os corpos de prova brancos apresentaram uma média de 49.26 Mpa na resistência a sua tração, os com 5% de fibra apresentaram em média

33.28-Mpa, com 10% de fibra resultou em 23.54-MPa e para os corpos de prova com adição de 15% obtiveram uma resistência à tração de 21.07-MPa em média. O mesmo comportamento de demérito no valor do módulo de elasticidade ocorre com o aumento do acréscimo das porcentagens de fibra.

Volume de fibra de Piaçava (%)	Resistência à tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (GPa)	Deformação (%)
0	49.26 ± 2.18	0.77 ± 0.03	6.40 ± 1.079
5	33.26 ± 7.84	0.69 ± 0.03	3.85 ± 1.745
10	23.54 ± 2.51	0.63 ± 0.13	2.16 ± 1.492
15	21.07 ± 2.22	0.53 ± 0.04	4.39 ± 1.480

Tabela 2- Propriedades no teste de tração.

Com a análise do gráfico da resistência a tração, na Figura 5, a resistência diminui no compósito de acordo com a adição das proporções de fibras de Piaçava na matriz. Nota-se claramente uma diminuição da resistência à tração no compósito polimérico. Dentro dessas proporções, quanto maior a quantidade de fibras inseridas na matriz é notável a redução da resistência a tração.

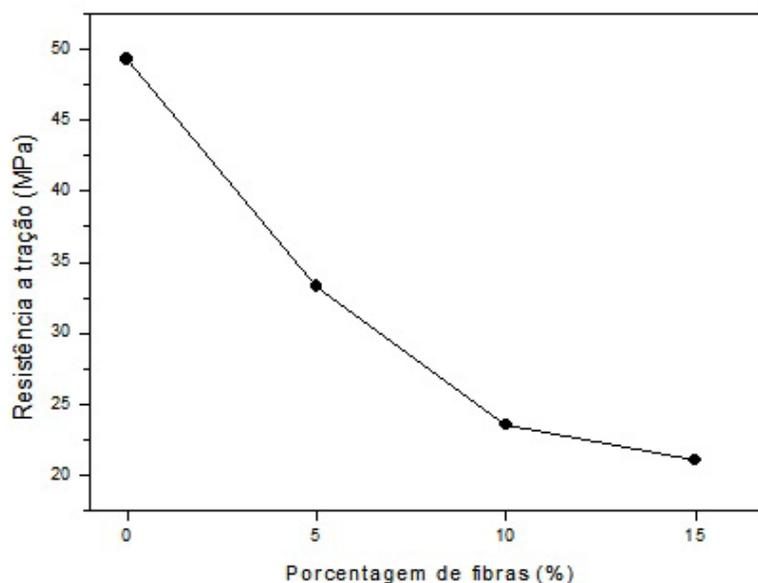


Figura 5- Gráfico da resistência à tração (MPa) em relação às proporções.

Com a análise do gráfico do módulo de elasticidade, Figura 6, nota-se que o material tem uma redução nos valores, assim que inserido uma maior proporção de fibra na matriz. Esse resultado está diretamente ligado à rigidez do material. Isso se deve ao fato do compósito apresentar uma queda na rigidez, originada de defeitos na matriz com as fibras inseridas. Comparando a Figura 5 com a Figura 6, é observado uma semelhança quanto a queda dos resultados do ensaio de tração e do módulo de

elasticidade, respectivamente.

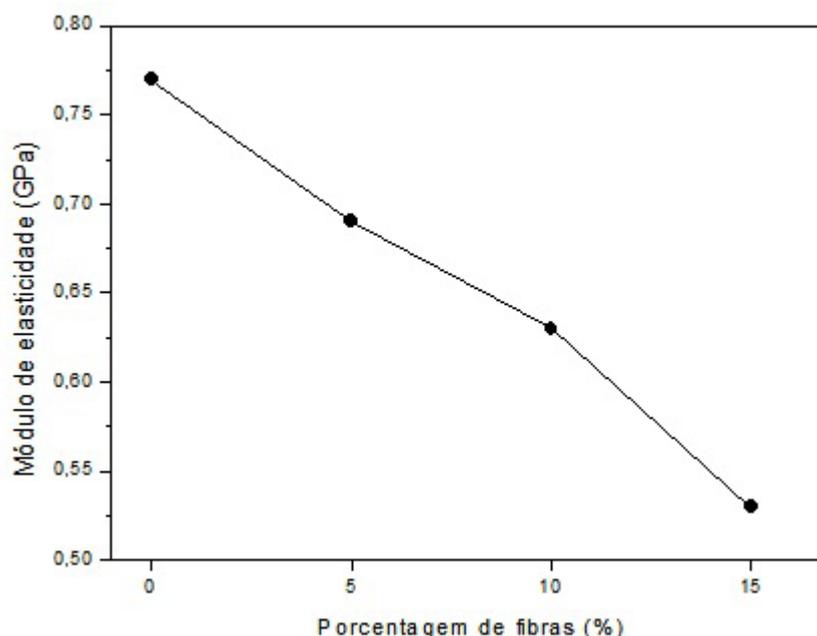


Figura 6- Gráfico do módulo de elasticidade (GPa) em relação às proporções.

Sugere-se que a fratura é ocasionada pela descoesão, ou seja, as falhas, os defeitos interfaciais e os vazios entre duas fibras, por exemplo. Logo, de acordo com a análise realizada por Nascimento et al. (2012) através da visualização em MEV, a fratura começa transversalmente através da matriz de poliéster quebradiça, pois é notável que as fibras não serviram como agentes de conexão das trincas.

4 | CONCLUSÕES

Os testes de tração nos compósitos com fibras de Piaçava contínuas e unidirecionais mostram uma diminuição no resultado da resistência a tração e do módulo de elasticidade em relação a matriz de poliéster puro. Não há um reforço no material polimérico com a orientação unidirecional e com as proporções de fibras analisadas. Isso deve-se ao fato de uma possível baixa molhabilidade da fibra com a resina e pela dificuldade no controle do posicionamento da fibra na matriz, ocasionando um possível surgimento de um ponto de fragilidade e isso se torna mais evidente quando há o aumento da proporção de fibra na matriz.

5 | AGRADECIMENTOS

O autor agradece pelo financiamento do CNPq, FAPPEAM, Universidade do Estado do Amazonas pela oportunidade a mim conferida e ao INPA (Instituto de Pesquisa do Amazonas) pelo suporte técnico para a realização das análises.

REFERÊNCIAS

AQUINO, R.C.M.P. D'ALMEIDA, J.R.M. MONTEIRO, S.N. **Propriedades de Compósitos de Piaçava com Matriz Polimérica**. 55º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia e de Materiais. 2000.

CAMPANA FILHO, S.P., FROLLINI, E., CURVELO, A.A.S. **Organ solo Delignification of Lignocellulose Materials: Preparation and Characterization of Lignin and Cellulose Derivates**, Inst. de Quim, São Carlos – USP. 1997.

CORRADINI, E.; MORAIS, L. C.; ROSA, M. F.; MAZZETTO, S. E.; MATTOSO, L. H. C.; AGNELLI, J. A. M. A. *Macromol. Symp.*,245-246, p.558 (2006).

D'ALMEIDA, J.R.M.; AQUINO, R.C.M.P.; MONTEIRO, S.N. **Tensile mechanical properties, morphological aspects and chemical characterization of piassava (*Attalea funifera*) fibers**. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, v. 37, n. 9, p. 1473-79, 2006.

FARUK, O. et al. **Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010**. *Progress in Polymer Science*, London, v. 37, n. 11, p. 1552-1596, 2012.

KALIA, S.; KAITH, B. S.; KAUR, I. – *Polym. Eng. Sci.*, **49**, p.1253 (2009).

LI, Y.; MAI, Y.; YE, L. - **Composites Science Technology**, **60**, p.2037-2055 (2000).

MARTINS, M. A.; JOEKES, I. – **Journal of Applied Polymer Science**, **89**, p.2507-2515 (2003).

MATTOSO, L. H. C.; FERREIRA, F. C.; CURVELO, A. A. S. – **“Sisal Fiber: Morphology and Applications in Polymer Composites”**, in: **“Lignocellulosic-Plastic Composites”**, A. L. Leão; F. X. Carvalho & E. Frollini (Eds.), USP, São Paulo, p.241 (1997).

NASCIMENTO, D.C.O.; FERREIRA, A.S.; MONTEIRO, S.N.; AQUINO, R.C.M.P.; KESTUR, S.G. **Studies on the characterization of piassava fibers and their epoxy composites**. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, v. 43, n. 3, p. 353-62, 2012.

SANTOS, M.S. - **“Propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados à base de PET pós-consumo e cargas de coco”**, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil (2002).

TOMCZAK, F., SATYANARAYANA, K. G., SYDENSTRICKER, T. H. D. (2007). **Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part III: Morphology and properties of Brazilian curaua fibers**. *Composites Part A*, **38**, 2227-2236.

VAN S.P.J.; WINE, R.H. **The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate**. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, v.51, p.780-785, 1968.

SOBRE A ORGANIZADORA:

Marcia Regina Werner Schneider Abdala: Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-64-2



9 788585 107642