

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO

ANAIS DO VI WORKSHOP – 2012

Maria Alice Martins
Morsyleide de Freitas Rosa
Men de Sá Moreira de Souza Filho
Nicodemos Moreira dos Santos Junior
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Fortaleza, CE
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação
Rua XV de Novembro, 1452,
CEP 13560-970 – São Carlos, SP
Fone: (16) 2107-2800
Fax: (16) 2107-2902
<http://www.cnpdia.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270,
CEP 60511-110 – Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
<http://www.cnpat.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Instrumentação
Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Washington Luiz de Barros Melo, Sandra Protter Gouvêa, Valéria de Fátima Cardoso.
Membro suplente: Paulo Sérgio de Paula Herrmann Júnior

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical
Presidente: Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior
Secretário-Executivo: Marcos Antonio Nakayama
Membros: Diva Correia, Marlon Wagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Capa: Mônica Ferreira Laurito, Pedro Hernandes Campaner
Imagens da capa:

Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus Loures Mourão, Viviane Soares
Imagem de MEV de Eletrodeposição de cobre – Luiza Maria da Silva Nunes, Viviane Soares
Imagem de MEV de Colmo do sorgo – Fabrício Heitor Martelli, Bianca Lovezutti Gomes, Viviane Soares
Imagem de MEV-FEG de HPMC com nanopartícula de quitosana – Marcos Vinicius Lorevice, Márcia Regina de Moura Aouada, Viviane Soares
Imagem de MEV-FEG de Vanadato de sódio – Waldir Avansi Junior
Imagem de MEV de Fibra de pupunha – Maria Alice Martins, Viviane Soares

1ª edição

1ª impressão (2012): tiragem 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº. 9.610).

**CIP-Brasil. Catalogação na publicação.
Embrapa Instrumentação**

Anais do VI Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio 2012 – São Carlos: Embrapa Instrumentação; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

Irregular
ISSN: 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Rosa. Morsyleide de Freitas. III. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. IV. Santos Junior, Nicodemos Moreira dos. V. Assis, Odílio Benedito Garrido de. VI. Ribeiro, Caue. VII. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. VIII. Embrapa Instrumentação. IX. Embrapa Agroindústria Tropical.

© Embrapa 2012



CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE FIBRAS DE ABACAXI PARA UTILIZAÇÃO COMO REFORÇO MECÂNICO EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS BIODEGRADÁVEIS.

Sena Neto, Alfredo R.¹; Araujo, Marco A.M.²; Souza, Fernanda V. D.³; Mattoso, Luiz H. C.²;
Marconcini, José M.²;

¹PPGCEM, Universidade Federal de São Carlos;

²EMBRAPA Instrumentação Agropecuária – CNPDIA;

³EMBRAPA Mandioca e Fruticultura - CNPMF.

E-mail de contato: alfredosena@yahoo.com.br

Projeto Componente: PC4 Plano de Ação: PA5

Resumo

O trabalho propôs o estudo comparativo de seis diferentes variedades de fibras vegetais, retiradas das folhas de variedades silvestres de abacaxi, conservadas no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Ensaios de caracterização foram conduzidos com o objetivo de definir os cultivares mais adequados, em termos de propriedades mecânicas e térmicas, como reforço em compósitos de matriz biodegradável. Os resultados obtidos para as fibras apresentaram propriedades adequadas à utilização como reforço mecânico em materiais compósitos.

Palavras-chave: Compósitos biodegradáveis, Fibras lignocelulósicas, Abacaxi, Caracterização térmica, Caracterização mecânica, Caracterização morfológica.

Publicações relacionadas

1. Araujo, M. A. M.; Sena Neto, A. R.; Marconcini, J. M.; Mattoso, L.H.C.; Souza, F.V.D. in Anais do XIX Congresso de Iniciação Científica, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

2. Araujo, M. A. M.; Sena Neto, A. R.; Marconcini, J. M.; Mattoso, L.H.C.; Souza, F.V.D. in Anais da III Jornada Científica, Embrapa Pecuária Sudeste e Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, 2011.

Introdução

A tendência de implementar condutas ecologicamente corretas e o aumento no consumo mundial como um todo, impulsionam uma procura por substitutos a materiais advindos de fontes não renováveis, ou com características poluidoras ao longo de sua rota produção [1].

As fibras lignocelulósicas despontam como uma opção para reforço em matrizes poliméricas, na obtenção de compósitos, com algumas vantagens em relação às fibras sintéticas: baixa densidade e abrasividade, reciclabilidade, resistência ao

dobramento, biodegradabilidade, grande variedade de tipos disponíveis à aplicação, geração de fontes de emprego e renda para países e comunidades baseados em economia agrária e baixo custo [1,2].

As adequadas propriedades mecânicas das fibras lignocelulósicas aplicadas como reforço em polímeros são atribuídas majoritariamente à sua fração celulósica, tendo em vista que esta é responsável pela organização cristalina da fibra. As fibras de abacaxi, estudadas neste trabalho, possuem em potencial para as mencionadas aplicações devido ao seu alto índice de cristalinidade [3-5]. Fibras de juta, linho, coco, sisal, algodão, banana, curauá,

açaí, cânhamo, abacaxi, soja, bagaço de cana-de-açúcar rami, piaçava, entre outras, são utilizadas com sucesso no reforço de compósitos. Apesar de grande crescimento nas pesquisas com fibras lignocelulósicas [6,7], existe um grande potencial ainda não explorado, como as fibras obtidas das folhas de abacaxizeiros [8,9].

Neste trabalho, seis acessos de abacaxi provenientes do BAG (Banco Ativo de Germoplasma), localizado em Cruz das Almas, BA, na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, foram estudados. Foram caracterizados quanto à morfologia, cristalinidade, e avaliados quanto as propriedades térmicas e mecânicas para a utilização como reforço em compósitos de matrizes poliméricas.

Materiais e métodos

Para este estudo, foram utilizadas seis variedades de fibras de abacaxi, denominadas A, B, C, D, E e F.

Os ensaios de tração foram adaptados da norma ASTM D3379 [10], utilizando Emic DL 3000, a uma velocidade de 5 mm min⁻¹.

A termogravimetria foi realizada no equipamento TGA Q500, marca TA Instruments, em uma faixa de temperatura de 30 a 600°C, a razões de aquecimento de 10, 20, 30 e 50°C min⁻¹, sob atmosfera oxidativa (ar sintético).

O estudo cristalográfico por difração de raios-X se deu com um difratômetro Shimadzu, modelo XRD 600 com radiação Cu-K α de comprimento de onda de 1,54x10⁻¹⁰ m. As condições de medida foram: 30kV, 30mA e 2°min⁻¹, de 5 a 40°. As curvas deconvoluídas foram analisadas para o cálculo do índice de cristalinidade de cada cultivar: $I_c(\%) = (1 - A_a/At) * 100$, onde A_a é a área do difratograma correspondente à região amorfa e At corresponde à área somada de todos os picos da curva.

As fibras foram analisadas quanto à morfologia através de microscopia eletrônica de varredura, utilizando equipamento JEOL, modelo JSM 6510, com energia de excitação de 2.5 kV. As fibras foram metalizadas com ouro.

Resultados e discussão

As fibras mostraram valores de módulo elástico em tração e resistência mecânica na faixa de 15 a 53 GPa e de 210 a 695 MPa (Tabela 1), respectivamente. Em geral, observou-se grande variabilidade nas propriedades devido ao fato de as fibras serem materiais naturais, sem qualquer processamento ou beneficiamento anterior. Todos os cultivares apresentaram propriedades mecânicas

adequadas à aplicação como reforço em compósitos, com as maiores propriedades sendo observadas nas fibras A, D, E e F.

Tabela 1 Valores Índice de cristalinidade (I_c), Módulo de Young e Resistência à tração.

Acesso	I_c (%)	Módulo de Young (GPa)	Resistência à Tração (MPa)
A	58,6	41,59 ($\pm 10,04$)	683 (± 215)
B	50,0	25,71 ($\pm 10,31$)	376 (± 184)
C	48,7	15,42 ($\pm 7,55$)	212 (± 176)
D	64,4	37,94 ($\pm 16,18$)	574 (± 275)
E	58,8	37,39 ($\pm 23,75$)	544 (± 250)
F	59,2	52,12 ($\pm 22,90$)	691 (± 336)

A faixa de temperatura de perda de voláteis encontra-se entre 115 e 155°C. A temperatura de início de degradação variou de 170 a 230°C, e a temperatura *onset* na faixa de 235-285°C. Em termos de estabilidade térmica, foram observados valores levemente superiores no cultivar E. Existe uma tendência de aumento nas temperaturas de início de degradação com o aumento da cristalinidade. Os cultivares E e F se mostraram mais estáveis termicamente. As curvas e tabela com valores da análise termogravimétrica não foram apresentados por limitações de espaço.

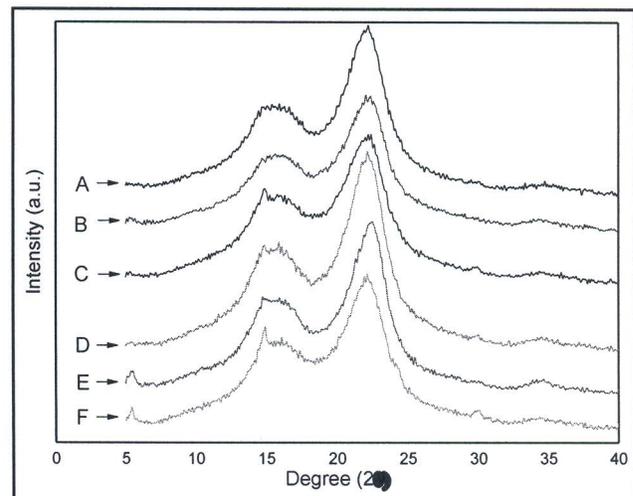


Fig. 1 Difratogramas de raios X das seis fibras de abacaxi estudadas.

Os difratogramas de raios-X foram similares para todas as variedades estudadas, apresentando picos típicos da celulose tipo I (nativa) (Fig. 1). Os índices de cristalinidades ficaram entre 49 e 64% (Tabela 1). Valores superiores de cristalinidade são associados a maiores teores de celulose, e foram observados nos cultivares A, D, E e F. Tais valores são intimamente ligados às propriedades mecânicas observadas.

Através da análise por MEV, foi possível observar em todas as variedades de fibras, as células superficiais do parênquima, bem como as fibrilas, ou sub-unidades das fibras, as quais são compostas basicamente por celulose e são responsáveis pelas propriedades mecânicas das fibras (Fig. 2). Em todos os acessos foi observada grande presença de material proveniente da mucilagem (polpa e camada externa das folhas) e material cementante, predominantemente composto por lignina e hemicelulose, além de ceras, gorduras, impurezas e outros componentes. Isso ocorreu devido ao fato de que as fibras não foram submetidas a tratamentos químicos ou de limpeza anteriores às análises.

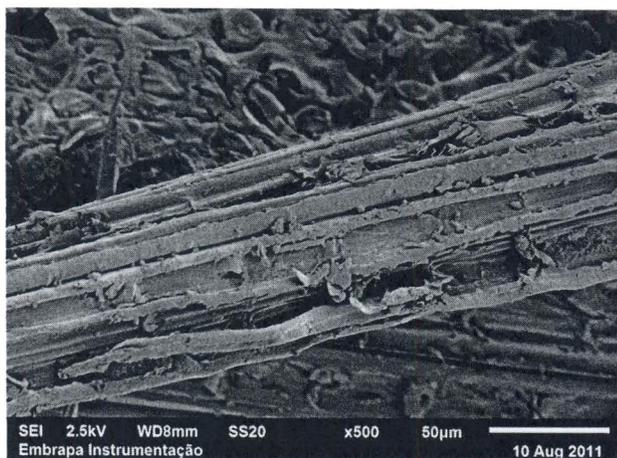


Fig. 2. Fotomicrografia típica das fibras de abacaxi analisadas.

As fibras do cultivar A apresentaram os feixes de fibras mais coesos e regulares dentre os seis acessos, e poucas fibrilas foram observadas isoladamente, já que as fibras mantiveram maior integridade após o desfibramento e o corte. Quanto às características das fibrilas dos seis acessos, foi percebida uma morfologia superficial regular e lisa. As fibras A, B, D e E, apresentam uma seção variando de cilíndrico para retangular/achatada para as fibrilas. As variedades F e C apresentaram um perfil com seção retangular/achatada com morfologia assemelhada a dois microtúbulos unidos.

Conclusões

Seis PALF de acessos do BAG foram caracterizados e avaliados comparativamente quanto ao potencial de utilização como reforço mecânico em compósitos poliméricos.

As propriedades de resistência à tração, juntamente com análise termogravimétrica, indicaram que os

seis PALF atendem requisitos para serem utilizados como reforço fibroso nesses compósitos. As propriedades mecânicas apresentaram relação direta com a cristalinidade; como existe uma tendência de aumento nas temperaturas de início de degradação com o aumento da cristalinidade. Os seis PALF tiveram temperatura limite de degradação (*onset*) de 235 a 285°C alcançando valores satisfatórios quanto utilização como reforço em matrizes poliméricas que possam ser processadas nessa faixa de temperatura.

As fotomicrografias obtidas indicaram a presença de material envoltório oriundo das folhas e impurezas em diferentes quantidades, remanescentes do processo manual de obtenção da fibra. Os diferentes tipos de fibras mostraram susceptibilidades distintas à separação entre as fibrilas. Foram identificados dois tipos de fibrilas para os acessos, com aspectos tubulares e achatados, podendo haver influências dessa morfologia na interação reforço-matriz.

Agradecimentos

À CNPq/PIBIC (processo 152866/2010-8), CAPES, FINEP e EMBRAPA pelo incentivo financeiro.

Referências

1. A. L. Leão; I. S. Machado; S. F. Souza; L. Soriano in Anais da Acta Horticulturae, João Pessoa, 2009, Vol. 822, 227-238.
2. M. A. de Paoli; K. K. G. Feroselli; M. A. S. Spinacé, B29C 70/10. BRPI 0602097-6A *Unicamp (BR/SP)* 2008
3. F. Tomczak, DSc. Theses, Universidade Federal do Paraná, 2010
4. F. Tomczak; K. G. Satyanarayana; T. H. D. Sydenstricker *Composites: Part A*, 2007, 38, 2227
5. N. Reddy; Y. Yang *Trends in Biotechnology*, 2005, 23, 22
6. S. Taj; A. M. Munawar; A.M.S. Khan *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 2007, 44, 144
7. K. G. Satyanarayana; J. L. Guimarães; F. Wypych; *Composites: Part A*, 2007, 38, 1694
8. J. C. G. P. Amaral; E. V. B. M. Ramalho; R. A. Silva; F. N. Almeida; F. V. D. Souza; C. F. Ferreira in Anais do Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Búzios, 2011, Vol. 6.
9. F. V. D. Souza; J. R. S. Cabral; E. H. Souza; O. S. N. Santos; J. A. Santos-Serejo; F. R. Ferreira; M. J Silva *EMBRAPA 1ª Ed.*, 2007.
10. ASTM D 3379-75 Standard test method for tensile strength and Young's modulus for high-modulus single-filament materials. p. 847