

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

**Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio
Anais do V Workshop 2009**

Odílio Benedito Garrido de Assis
Wilson Tadeu Lopes da Silva
Luiz Henrique Capparelli Mattoso
Editores

Embrapa Instrumentação Agropecuária
São Carlos, SP
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação Agropecuária

Rua XV de Novembro, 1452
Caixa Postal 741
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

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso
Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori,
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Valéria de Fátima Cardoso
Membro Suplente: Dr. Paulo Sérgio de Paula Herrmann Junior

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso
Capa: Manoela Campos e Valentim Monzane
Imagem da Capa: Imagem de AFM de nanofibra de celulose - Rubens Bernardes Filho
Edição eletrônica: Manoela Campos e Valentim Monzane

1ª edição

1ª impressão (2009): tiragem 200

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 Agropecuária**

Anais do V Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao
agronegócio 2009 - São Carlos: Embrapa Instrumentação
Agropecuária, 2009.

Irregular
ISSN: 2175-8395

1. Nanotecnologia - Evento. I. Assis, Odílio Benedito Garrido de.
II. Silva, Wilson Tadeu Lopes da. III. Mattoso, Luiz Henrique
Capparelli. IV. Embrapa Instrumentação Agropecuária

© Embrapa 2009



NANOCOMPÓSITOS DE BORRACHA NATURAL REFORÇADOS COM NANOWHISKERS DE FIBRA DE COCO IMATURO

Morsyleide F. Rosa^{1*}, Eliton S. Medeiros², Syed H. Imam², José A. Malmonge³, Luiz Henrique C. Mattoso⁴

¹Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra Sara Mesquita, 2270, 60511-110, Fortaleza/CE.

*morsy@cnpat.embrapa.br

²Bioproduct Chemistry & Engineering Research Unit, WRRRC, ARS-USDA, Albany, CA 94710, USA

³Universidade do Estado de São Paulo - Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

⁴Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio, Embrapa Instrumentação Agropecuária, CP 741, 13560-970, São Carlos, SP

Projeto Componente: PC4

Plano de Ação: 01.05.1.01.04.02

Resumo

Nanocompósitos de borracha natural reforçados com nanocristais de celulose foram obtidos. O comportamento mecânico desses materiais foi investigado. Os nanocristais, preparados por hidrólise ácida de fibras de coco imaturo branqueadas, apresentavam diâmetros em torno de 5 nm e razão de aspecto de até 48. Os resultados do ensaio de tração mostraram que houve um aumento de 50% no valor da tensão de ruptura e uma redução de aproximadamente 50% na deformação na ruptura para o compósito com 10% de nanocristais.

Palavras-chave: nanocelulose, nanocompósito, fibra de coco, borracha natural.

Introdução

Dentre as pesquisas voltadas para novos usos de materiais lignocelulósicos, destacasse o aproveitamento de fibras naturais para a obtenção de nanopartículas de celulose (AZIZI *et al.*, 2005; LI *et al.*, 2009).

Nanopartículas de celulose, comumente referidos como *whiskers*, cristalitos, nanocristais ou nanocelulose, podem ser obtidos de várias fontes. O interesse por nanopartículas de celulose provenientes de fontes renováveis tem crescido principalmente por causa das características mecânicas excepcionais desses materiais, dos benefícios ambientais e do baixo custo (SAMIR *et al.*, 2005).

Uma das aplicações dos nanocristais é no reforço de matrizes poliméricas. A incorporação de *whiskers* de celulose, como agentes de reforço, tem sido apontada como altamente eficiente, melhorando

o desempenho de polímeros, mesmo quando em baixas concentrações (OKSMAN *et al.*, 2006). Neste trabalho, nanocompósitos elaborados com borracha natural, obtida da Seringueira (*Hevea brasiliensis*), e reforçados com nanocristais de celulose, obtidos pela hidrólise ácida de fibra de coco imaturo, foram estudados utilizando ensaios de tensão vs. deformação.

Materiais e métodos

Nanocristais de celulose, com comprimento na faixa de 58 nm a 447 nm e espessura de 5.5 ± 1.4 nm, foram isolados de fibras de coco imaturo, previamente branqueadas (WISE *et al.*, 1946), por meio de hidrólise ácida (H_2SO_4 , 64%) a 45°C, por 150 min (CRANSTON e GRAY, 2006; ORTS *et al.*, 2005). A razão de aspecto média dos *nanowhiskers* foi estimada em 36 ± 12 .

Os nanomateriais foram preparados a partir de uma suspensão aquosa de nanocristais de celulose e látex de Seringueira (*Hevea brasiliensis*), na proporção desejada (10%). A suspensão de nanocristais foi misturada ao látex e mantida sob agitação durante 20 min. Em seguida, o conteúdo foi vertido em placas de vidro e mantido por dois dias a temperatura ambiente. Os filmes assim obtidos foram colocados em estufa a 50°C por 12 h para completa secagem. Os ensaios de tensão deformação foram conduzidos em máquina de ensaios da Instron modelo 5500, segundo a norma ASTM D882-95a. A velocidade de deformação utilizada foi de 500 mm/min, com uma célula de carga de 100 N e distância entre as garras de 20 mm. A largura das amostras foi de 5mm e foram ensaiados no mínimo 5 corpos de provas para cada amostra.

Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta filmes típicos, obtidos a partir do látex puro (a) e da mistura do látex com a suspensão de nanocristais de celulose (b).

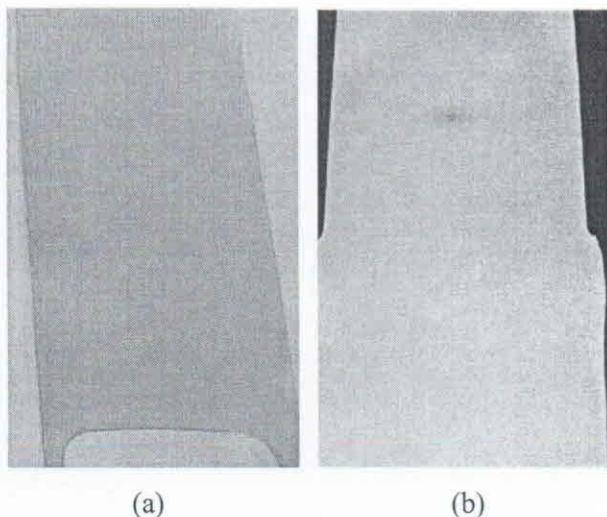


Fig. 1. Filmes: (a) borracha natural, (b) nanocompósito borracha natural/nanocelulose

Observa-se que o nanocompósito (Fig. 1b) apresentou cor marrom, indicando que, apesar da fibra de coco, utilizada como matéria-prima para extração de *nanowhiskers* de celulose, ter sido previamente delignificada, a suspensão de nanocristais ainda continha relevante quantidade de lignina, o que conferiu a mudança de cor observada no filme. A uniformidade da cor, entretanto, é uma boa indicação de que a mistura látex/suspensão de nanocristais foi bem homogeneizada.

A Figura 2 apresenta os resultados do comportamento mecânico dos filmes obtidos a partir de látex puro e de látex incorporado com nanocristais de celulose (10%).

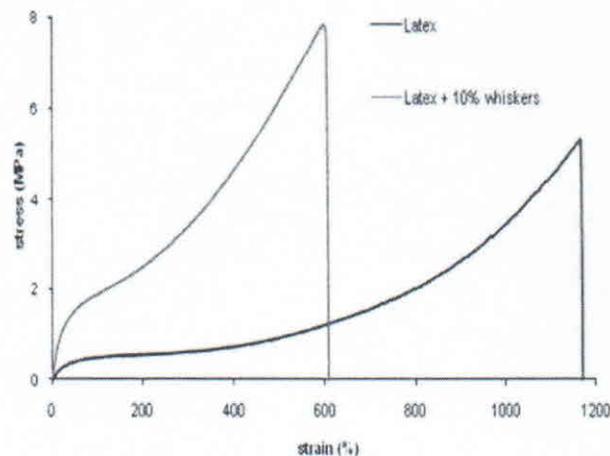


Fig. 2. Curvas de tensão vs. deformação para os filmes obtidos a partir de látex puro e de látex incorporado com *nanowhiskers* (10%).

A incorporação de nanocristais de celulose acarretou em aumentos na tensão de ruptura (TS) e no módulo de elasticidade e redução na deformação na ruptura.

O aumento de cerca de 50%, observado na TS, significa que as nanopartículas exerceram função de reforço no nanocompósito e não simplesmente de carga. Esse efeito é associado diretamente à eficiente transferência de stress entre matriz e nanopartículas. Os nanocompósitos apresentaram ainda significativa redução no valor da deformação na ruptura (cerca de 50%), o que reflete uma diminuição da capacidade dúctil do nanomaterial, comportamento geralmente esperado quando um componente mais rígido, no caso as nanopartículas de celulose, é adicionado a um outro material mais flexível (no caso o látex).

Conclusões

Compósitos de borracha, proveniente do látex da Seringueira (*Hevea brasiliensis*), com nanocristais de celulose, da fibra de coco imaturo, foram obtidos. A tensão de ruptura aumentou em 50% com um conteúdo em massa de 10% de nanocristais. Estes resultados mostram que *nanowhiskers* de celulose obtidos de fibras de coco imaturo podem atuar como reforço em nanocompósitos.

Agradecimentos

CNPq, FINEP/MCT, EMBRAPA, CAPES.

Referências

AZIZI, S. M. A. S.; ALLOIN, F.; DUFRESNE, A. *Biomacromolecules*, Washington, v. 6, n. 2, p. 612-626, 2005.

- CRANSTON, E. D.; GRAY, D. G. **Biomacromolecules**, Washington, v. 7, p. 2522-2530, 2006.
- LI, R.; FEI, J.; CAI, Y.; LI, Y.; FENG, J.; YAO, J. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 76, p. 94-99, 2009.
- OKSMAN, K.; MATHEW, A. P.; BONDESON, D.; KVIEN, I. **Composites Science and Technology**, Barking, v. 66, n. 15, p. 2776-2784, 2006.
- ORTS, W. J.; SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; GUTTMAN, M. E.; REVOL, J. F. **Journal of Polymers and the Environment**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 301-306, 2005.
- SAMIR, M. A. S. A.; ALLOIN, F.; DUFRESNE, A. **Biomacromolecules**, Washington, v. 6, n. 2, p. 612-626, 2005.
- WISE, L. E.; MURPHY, M.; D'ADDIECO, A. A. **Paper Trade Journal**, [S. l.], v. 122, p. 35-43, 1946.