

ISSN - 2175.8395



# Anais do VIII Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio

2014

Editores:  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso  
Caue Ribeiro de Oliveira  
Humberto de Mello Brandão  
Marlene de Barros Coelho  
Daniel Souza Corrêa  
Maria Alice Martins

**Embrapa**

#### 4 CONCLUSÃO

A avaliação das propriedades tecnológicas da borracha natural dos novos clones PM 10, PC 119 e PB 291 mostrou que estes clones produzem borracha de boa qualidade com altos valores de Po e PRI. Houve variações entre clones e coletas para todas as propriedades tecnológicas avaliadas. Comparando os resultados dos novos clones com o RRIM 600 (testemunha), todos apresentaram bom desempenho. Os valores médios de todas as propriedades ficaram dentro das especificações da norma vigente, exceto para a propriedade teor de extrato acetônico (%) que os clones RRIM 600 e PB 291 ficaram acima do valor.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa, Fapesp, CNPq, Finep e Capes.

#### REFERÊNCIAS

GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. Melhoramento genético da seringueira: passado, presente e futuro. In: ALVARENGA, A.P.; CARMO, C.A.F. Seringueira. Viçosa-MG: EPAMIG, 2008. p. 399-498.

MORENO, R. M. B, Avaliação e Monitoramento das Propriedades do Látex e da Borracha Natural de Clones de Seringueira Recomendados para Plantio no Planalto do Estado de São Paulo. 2002. 106 p. Tese de Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2002.

---

## CARACTERIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS DE NANOFIBRAS DE CELULOSE E BORRACHA NATURAL

\*Suelen Zenatti<sup>1</sup>, Morsyleide de Freitas Rosa<sup>2</sup>, Rogério M. B. Moreno<sup>3</sup>, Erivaldo José Scaloppi Junior<sup>4</sup>, Paulo de Souza Gonçalves<sup>5</sup>, Luiz Henrique C. Mattoso<sup>6</sup>, Maria Alice Martins<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. <sup>2</sup> Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. <sup>3</sup> IAC/Embrapa Instrumentação São Carlos, SP. <sup>4</sup> Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais – IAC, Votuporanga, SP. <sup>5</sup> Instituto Agronômico (IAC)/Embrapa, Campinas, SP. <sup>6</sup> Embrapa Instrumentação, LNNA, São Carlos, SP.

\*suelen\_zenatti@hotmail.com

**Classificação:** Bionanocompósitos.

#### Resumo

Neste trabalho foi realizada a caracterização de nanocompósitos de borracha natural com diferentes porcentagens (1, 2, 5, 10 e 12%) de nanofibras de celulose. Os nanocompósitos obtidos foram avaliados através de ensaios de resistência à tração, sorção em água, termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial. Os melhores resultados foram obtidos para o nanocompósito com o teor de 10% de nanofibras.

**Palavras-chave:** Nanocompósitos; Nanofibras de celulose; Borracha natural; Látex.

#### CHARACTERIZATION OF THE NANOCOMPOSITES OF CELLULOSE NANOFIBERS AND NATURAL RUBBER

##### Abstract

In this study the characterization of natural rubber nanocomposites with different percentages (1, 2, 5, 10 and 12%) of cellulose nanofibers was performed. The nanocomposites were evaluated by testing tensile strength, water sorption, thermogravimetry, and differential scanning calorimetry. The best results were obtained for the nanocomposite with 10% content of nanofibers.

**Keywords:** Nanocomposites; Cellulose nanofibers; Natural rubber; Latex.

**Publicação relacionada:** Influência da adição de nanofibras de celulose em nanocompósitos com

borracha natural, VI Jornada científica – Embrapa São Carlos, 2014.

## 1 INTRODUÇÃO

A borracha natural tem sido alvo de diversos estudos para o desenvolvimento de novos materiais, devido às suas propriedades únicas e pelo fato de ser um insumo de origem renovável. Os nanocompósitos são materiais híbridos em que pelo menos um dos componentes tem dimensões nanométricas (CANEVAROLO, 2004). O objetivo deste trabalho foi estudar a influência da adição de diferentes porcentagens de nanofibras de celulose, obtidas do línter do algodão, em nanocompósitos com borracha natural. Os teores das nanofibras estudadas foram: 1, 2, 5, 10 e 12%. A coleta do látex de borracha natural foi realizada em Votuporanga/SP e as nanofibras foram fornecidas pela Embrapa Agroindústria Tropical. A caracterização dos nanocompósitos foi realizada através de ensaios de resistência à tração, sorção em água, termogravimetria (TG/DTG) e calorimetria exploratória diferencial (DSC).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, obteve-se uma solução de nanofibras de celulose em água utilizando um o agitador ultrassônico de ponteira, marca Branson e modelo 450, com amplitude de 50% por 1 minuto. Em seguida essa solução foi adicionada no látex e utilizou-se o mesmo agitador com amplitude de 50% e tempo de 30 segundos.

Ensaio de resistência à tração foram realizados para avaliação do desempenho mecânico do material. Utilizou-se o equipamento de ensaio universal, marca Emic e modelo DL10000. Os ensaios de tração foram realizados segundo a norma ASTM D 412-92.

A análise TG/DTG foi feita no equipamento Q500 da TA Instruments, com razão de aquecimento de 10 °C/min, atmosfera inerte, da temperatura ambiente até 700 °C. A temperatura de transição vítrea da borracha natural foi determinada através de ensaios de DSC em um instrumento TA modelo Q100, com razão de aquecimento de 10°C/min, da temperatura de -80 °C a 100 °C.

O teor de líquido sorvido será determinado pesando os corpos de prova antes e depois de imersos em água a temperatura ambiente segundo a norma ASTM D 570-95.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos do ensaio de resistência à tração são apresentados nas Figuras 1 e 2. O módulo de elasticidade é um parâmetro mecânico que proporciona uma medida da rigidez de um material sólido. De acordo com a Figura 1, a adição de nanofibras provocou uma maior rigidez no material, a partir do teor de 5%. Nessa mesma Figura, o gráfico de deformação específica na força máxima (mm/mm) mostrou que ocorreu um decréscimo acentuado na deformação com a adição de 1% de nanofibras, e que, entre 2 e 10%, o teor de nanofibras não influenciou de forma significativa a deformação. O aumento de 10 para 12% de nanofibras levou a uma diminuição acentuada na deformação.

Na Figura 2, os gráficos de tensão na força máxima (MPa) e força máxima (N) ambos em função do teor de nanofibra na amostra, se comportaram da mesma maneira. O menor valor de tensão para romper o material foi obtido para o nanocompósito com o teor de 1% nanofibras,  $0,52 \pm 0,06$  N e o maior no nanocompósito com 10%,  $4,1 \pm 0,4$  N. O aumento no teor de 10 para 12% levou a um decréscimo desta propriedade.

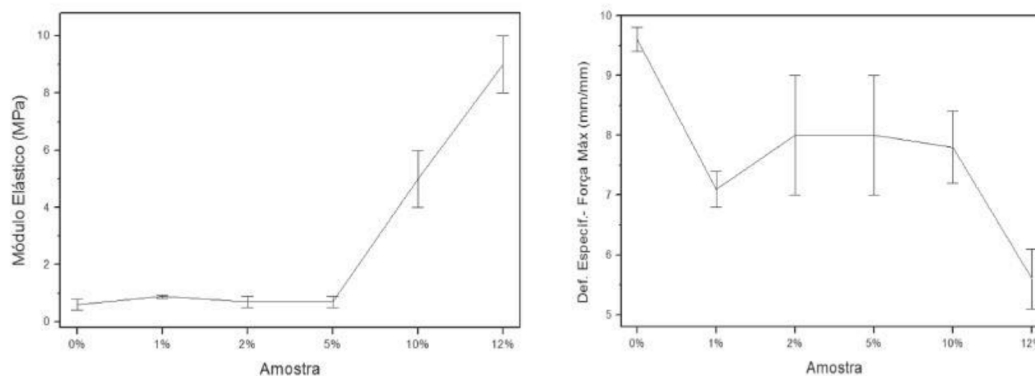
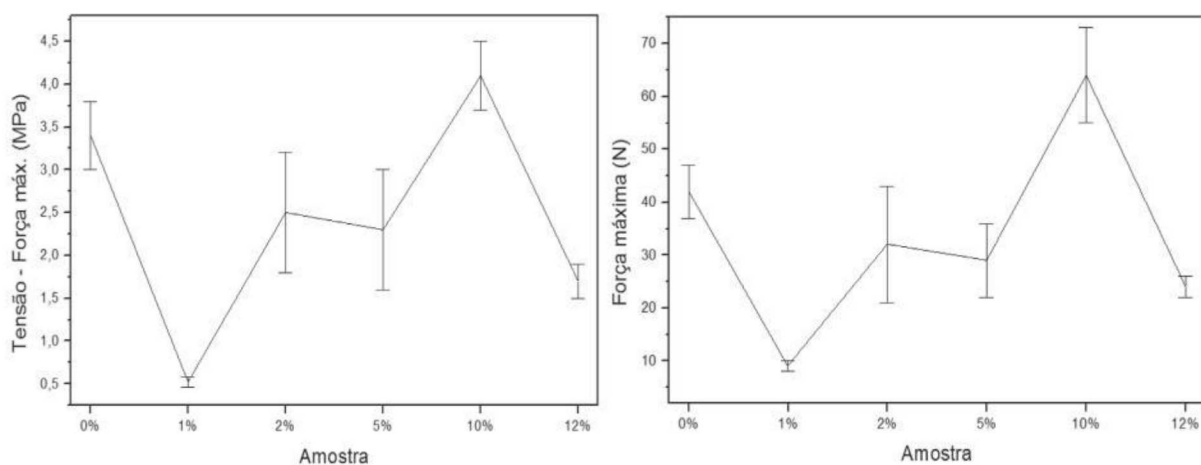


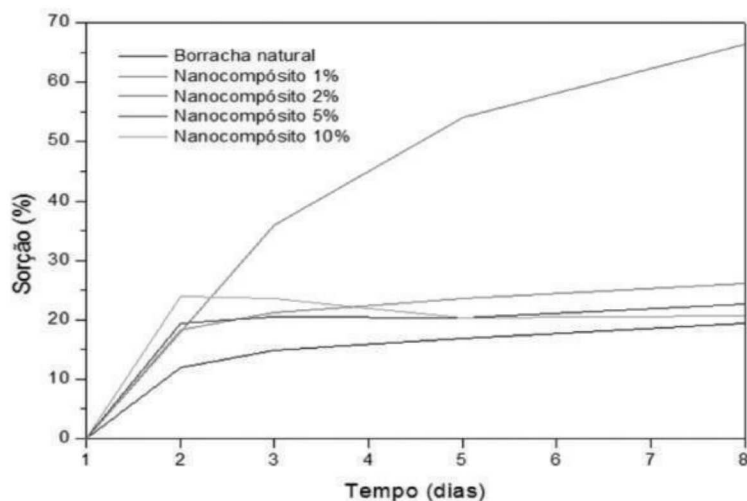
Figura 1. Valores do módulo elástico e deformação específica na força máxima dos nanocompósitos.

Como mostrado na Figura 3, o ensaio de sorção em água mostrou que à medida que o teor de nanofibras aumenta a sorção da água aumentou linearmente nos dois primeiros dias. Nos seis dias seguintes, todas as amostras ficaram praticamente estáveis, com teor de sorção de água entre 15 e 20%, com exceção do nanocompósito com 1% de nanofibras, que aumentou a porcentagem de água sorvida com o tempo. Este fato pode ter acontecido devido à formação de micro-bolhas durante a agitação para o processamento do material.

Na Figura 4, são apresentadas as curvas de TG/DTG para a nanofibra, para a borracha natural e para os nanocompósitos. As curvas de TG e DTG da borracha natural, dos nanocompósitos e da nanofibra de celulose mostraram que o processo de decomposição da borracha e dos nanocompósitos ocorreu em uma única etapa e o da nanofibra ocorreu em duas etapas. A temperatura inicial de decomposição é torno de 170 °C para nanofibra e 280 °C para a borracha natural e para os nanocompósitos. Nessa temperatura, a borracha natural apresentou uma perda de massa de cerca de 6% e com o aumento do teor de nanofibras essa perda de massa se torna maior. A esta temperatura, os nanocompósitos com 12% de nanofibras apresentaram uma perda de massa de cerca de 11%. Apesar das nanofibras apresentarem uma estabilidade térmica inferior à da borracha, verificou-se que o aumento no teor de nanofibras não levou a uma redução significativa da estabilidade térmica dos materiais obtidos.



**Figura 2.** Gráfico com os valores do ensaio de resistência à tração: (a) Tensão (força máxima, MPa) em função da amostra (b) Força máxima (N) em função da amostra.



**Figura 3.** Gráfico com valores do ensaio de sorção em água

As curvas de DSC, na Figura 5, apresentaram uma mudança na linha base que corresponde à temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) em torno de -65 °C para todas as amostras, indicando que o aumento do teor das nanofibras não influenciou na  $T_g$ .

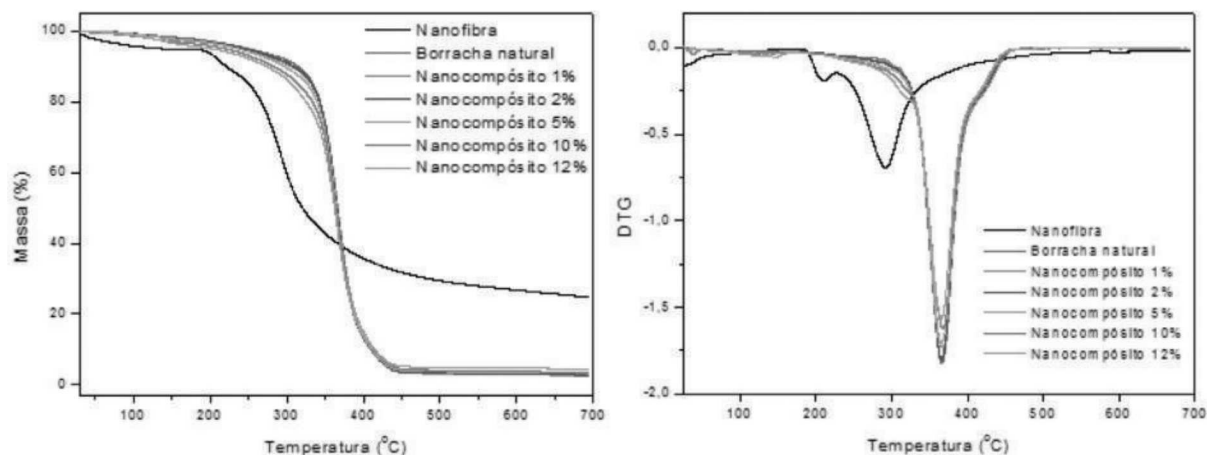


Figura 4. Curvas de TG e DTG das amostras de nanofibra, borracha natural e dos nanocompósitos.

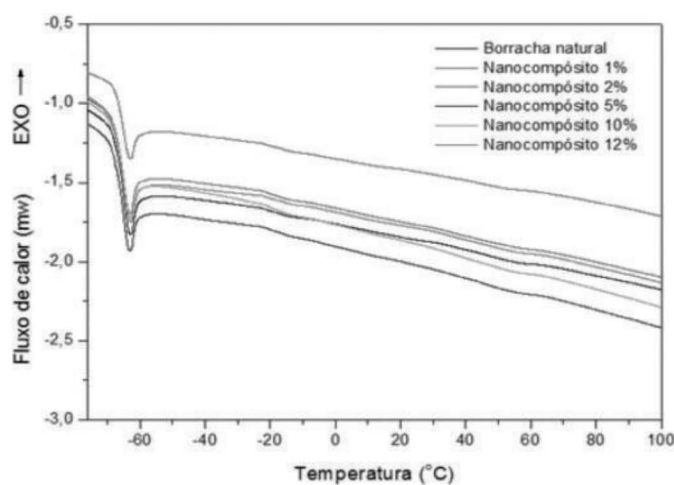


Figura 5. Curvas de DSC da borracha natural e dos nanocompósitos.

#### 4 CONCLUSÃO

O nanocompósito com os melhores resultados foi com o teor de 10% de nanofibras que apresentou um aumento de módulo e da resistência à tração sem comprometimento significativo da deformação e boas propriedades térmicas e de sorção.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Processo 123731/2013-5), Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa, Finep e Capes.

#### REFERÊNCIAS

ASTM D 412-92: Standard Test Method for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Rubbers and Thermoplastic Elastomers – Tension

ASTM D 570-95: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics

CANEVAROLO JR., S. V, Técnicas de Caracterização de Polímeros, Artliber Editora Ltda, São Paulo, 2004

DURÁN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. D. Nanotecnologia, introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicações. São Paulo: Artliber, 2006. 13–14 p.