

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](mailto: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](mailto: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 Vagner 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.



---

## AValiação GENOTOXICA DE NANOFIBRAS - CITOGÉNÉTICA

---

**Mariana de Abreu Barga<sup>1</sup>, Monica Fernanda da Silva Santos<sup>1</sup>, Eliangela M. Teixeira<sup>2</sup>, Ana Carolina Corrêa<sup>2</sup>, Luiz Henrique Caparelli Mattoso<sup>2</sup>, Leonardo Fernandes Fraceto<sup>3</sup>, Renata de Lima<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Biotecnologia, Universidade de Sorocaba (UNISO), Rodovia Raposo Tavares km 92.

<sup>2</sup> Embrapa (CNPDia), Laboratório Nacional de Nanotecnologia para Agricultura (LNNA), São Carlos.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Sorocaba.

e-mail de contato: [marianaabreubarga@hotmail.com](mailto:marianaabreubarga@hotmail.com)

**Projeto Componente: PC6**

**Plano de Ação:6**

---

### Resumo

O desenvolvimento de produtos que contêm nanofibras oferece uma alternativa promissora para a utilização de produtos agrícolas. No entanto, o surgimento de novos produtos nanotecnológicos exige que os seus riscos para a saúde humana e ao ambiente seja avaliada. Neste trabalho os autores mostram a análise de genotoxicidade de nanofibras de celulose utilizando citogenética. A genotoxicidade foi observada usando nanofibras de algodão marrom e curauá. Este trabalho demonstra o potencial genotóxico de nanofibras de celulose e a necessidade de novos estudos para obter informações para o uso futuro desses materiais.

**Palavras-chave:** Nanofibras de celulose, Genotoxicidade.

### Publicações relacionadas

(Caso este trabalho tenha sido previamente publicado em artigos científicos ou em trabalhos de congressos, simpósios, etc., citar a referência completa neste espaço.)

---

### Introdução

A nanotecnologia é a ciência que usa materiais em escala nanométrica (na ordem de uma a cem nanômetros), e inclui o desenvolvimento de materiais ou componentes e está associada a diversas áreas (como a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais), podendo assim ser usado desde produtos eletrônicos até fármacos.

Os nanomateriais podem ser classificados em categorias de acordo com a sua estrutura ou propriedades, estas características são: metais, polímeros, cerâmicas, semicondutores e compósitos [1], porém, alguns autores usam uma classificação mais abrangente como metais e ligas metálicas, materiais inorgânicos, materiais orgânicos e materiais biológicos [2].

Os materiais nanoestruturados funcionam como carregadores de substâncias ativas e apresentam estabilidade física e biológica [3] sendo as nanofibras uma importante classe desses materiais nanoestruturados, são geralmente fibras com diâmetros inferiores a 100 nm [4].

Pessoas podem estar expostas a nanomateriais de diversas formas, uma vez que, vários produtos no mercado possuem nanopartículas. Estas nanoestruturas podem entrar no organismo por seis vias: intravenosa, derme, subcutânea, respiratória, intraperitoneal e oral, a absorção se inicia quando as nanopartículas interagem com os componentes biológicos, podendo ser distribuídos em diferentes tecidos, alterando suas estruturas ou mesmo podendo ser metabolizados, entrando nas células por tempo desconhecido até serem secretadas [5].

Devido ao tamanho das partículas estas podem atravessar facilmente a membrana celular e ficarem próximas do núcleo ou mesmo atravessar a membrana nuclear, podendo interagir com proteínas ou o DNA. Estudos de análises em nanogenotoxicologia mostraram que nanopartículas de diferentes fontes de materiais (metais, óxido de metais, fibras entre outras) podem gerar danos no DNA [6]. Apesar de vários estudos ainda não se sabe os mecanismos de ação entre as nanopartículas e o sistema biológico, quando estas interagem em nível molecular [7].

### **Materiais e métodos**

As células para a realização do projeto foram obtidas através de doação realizada pelo laboratório de biomembranas da Universidade de Campinas-Unicamp e encontram-se em manutenção no laboratório de Biotecnologia da Uniso.

O teste realizado utilizou as células BALB-C 3T3 (fibroblastos) de ratos, com ciclo de divisão de aproximadamente 14h, crescidas em meio de cultura D-MEM, suplementado com 10% de soro bovino fetal, mantido em estufa a 37°C. Esta cultura sofre repicagens para a sua manutenção, sendo que cada cultura celular pode passar por em média 20 repicagens.

As células em cultivo foram transferidas para placas de 6, 12 ou 24 poços, conforme o teste realizado, foram mantidas por 24h após plaqueamento e posteriormente receberam os tratamentos por 1h, 6h e 24h. Pós tratamento foi feito a tripsinização rápida para que as células percam a aderência.

#### **Teste Citogenético**

Para análise citogenética as células foram plaqueadas e após a aderência as células foram tratadas com as nanofibras de celulose por 24 horas. Seguidamente as culturas foram lavadas com PBS e um novo meio de cultura foi colocado e adicionado 100µL de colchicina a cada poço, após 4 horas as culturas foram tripsinizadas, seguida de hipotonização com KCL 0,0075M por 30 minutos. Ao final da hipotonização as células foram centrifugadas, o sobrenadante foi descartado e as células foram fixadas com ácido acético e metanol

(1:3). As lamínas foram montadas pingando-se o material em lamínas previamente limpas seguida de coloração com GEMSA 6% por 20 minutos. As análises foram realizadas usando um microscópio óptico, com uma média de 1000 células contadas por ensaio.

### **Resultados e discussão**

As análises citogenéticas mostraram que houve uma redução geral entre nos valores dos índices mitóticos usando todos os tipos de nanofibras (Fig.1), embora as alterações não foram estatisticamente significativas, indicando que as nanofibras não induziram angústia celular.

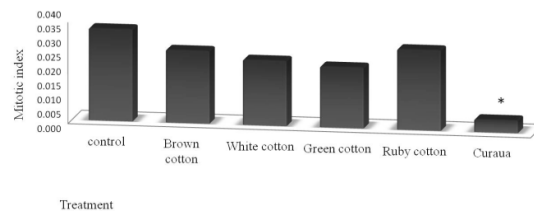


Fig.1: gráfico com os resultados dos índices mitóticos (IM).

A nanofibra Curauá foi a que apresentou o menor índice mitótico (IM).

### **Conclusões**

Pode-se observar que houve uma diminuição do número celular de todas as culturas expostas às nanofibras testadas, não afetando drasticamente o ciclo celular, sendo a Curauá a que foi obtido o menor índice mitótico. Podendo ser concluído que a nanofibra Curauá é genotóxica às células animais utilizadas.

Para o uso futuro das nanofibras de celulose requer primeiramente uma melhor compreensão de seus efeitos incluindo os possíveis impactos ambientais quando usado em aplicações do agronegócio e para a saúde humana.

### **Agradecimentos**

EMBRAPA, CNPq, Capes, FAPESP, Fundunesp, Uniso e Finep.

### **Referências**

[1] Askeland, Donald R., Boston, 1994. *The science and engineering of materials*. 3rd ed.

[2] ALLEN, G. vol1, p. 1-3, 1991. *Materials chemistry: an overview. Journal of Material Chemical*.

[3] LOPES, C.M.; LOBO, J.M.S.; COSTA, P. Formas farmacêuticas de liberação modificada: polímeros hidrofílicos. *Revista Brasileira de Ciência Farmacêutica*, vol 41, nº 2, São Paulo, 2005.

[4] ZHANG, Y. et al. Recent development of polymer nanofibers for biomedical and biotechnological applications. *Journal of Materials science: Materials in Medicine*. Vol. 16 (2005), pp 933.

[5] RAYMAN-RASMUSSEN J.P.; RIVIERE, J.E; MONTEIRO-RIVIERE N.A. “Variables influencing interaction of uncharged quantum dot nanoparticles with skin cells and identification of biochemical modulators. *Nano Letters*, vol 7, nº 5, p1344-1348, 2007.

[6] SAHOOS.K.; PARVEEN, S.; PANDA, J.J. vol 3, p20-30, 2007. *The present and future of nanotechnology in human health care. Nanomedicine*,

[7] WATARI, F. TAKASHI, N. YAKOYAMA, A.; MOTOHIRO, U.; TSUKASA, A.; YOSHINORI, S.; SHIGEAKI, A; YASUNORI, T; KASUYUKI, T. Material nanosizing effect on living organisms: non-specific, biointeractive, physical effects. *Journal of Royal Society Interface*, vol 6, 2009.

---